

**RESUMENES**

**VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS  
FORESTALES**

***"Nuevas Tecnologías para el Manejo Forestal"***



**Sociedad Mexicana de Recursos Forestales**

**Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

**Facultad de Agronomía**

**5 al 7 de Noviembre del 2003**

Titulo original:

Memorias de Resúmenes del VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales

Primera edición en español, 2003

D. R. © 2003 Universidad Autónoma de San Luis Potosí

ISBN: 970-705-015-2

Producción:

Facultad de Agronomía  
Km. 14.5 Carretera San Luis - Matehuala  
Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Impreso y hecho en México  
Printed and made in Mexico

## MENSAJE DEL PRESIDENTE HONORARIO DEL COMITÉ ORGANIZADOR DEL VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

En la antigüedad la conservación de las áreas boscosas entre otras cosas era religiosa, pues los manantiales, lagos, cimas montañosas y la misma vegetación eran considerados residencia de dioses, originando su protección; algunos lugares siguen protegidos pues sus pobladores los han cuidado y aprovechado, en la época actual, la primera zona que tomó en consideración esta acción fue Yellowstone, USA que fue declarada como Parque Nacional en 1872, en Europa fue en Suiza en 1914, si siguiéramos bajo esas directrices el impacto antropogénico, la degradación de recursos vegetales y faunísticos, la pérdida de recursos edáficos y disminución de calidades de sitios prácticamente no existirían, sin embargo se percibe una preocupación mundial por la conservación, el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.

Nuestro País no es ajeno a ello pues con el aumento demográfico, el manejo inadecuado de los animales domésticos y las acciones clandestinas entre otras cosas han originado impactos serios a los diversos ecosistemas.

De ahí que el conocimiento generado por las Instituciones de Educación Superior, Institutos y Centros de Investigación sea liberado como nuevas tecnologías para dar respuesta a la problemática local y soluciones tendientes al adecuado manejo forestal, es por ello que la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Facultad de Agronomía como Universidad pública promotora de acciones educativas, formadora de profesionistas, generadora del conocimiento, difusora del conocimiento la cultura y el arte, en el marco de sus funciones sustantivas desarrolla el compromiso compartido con Sociedad Mexicana de Recursos Forestales para celebrar su VI Congreso, sin pasar desapercibido la primera década de su fundación.

En este congreso están representadas por sus investigadores 16 universidades del País, 6 universidades extranjeras, Institutos Tecnológicos Colegios, Centros de Bachillerato Tecnológico y otras Instituciones, engloba 191 trabajos que serán expuestos oralmente y mediante carteles manifestando una destacada participación como evidencia del interés y preocupación para que por medio de métodos, técnicas y nuevas tecnologías promuevan la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales puesto que el agua y los bosques han sido considerados en el rubro de seguridad nacional.

A la mesa directiva de la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, a lo investigadores, alumnos y todos los congresistas que con su presencia le dan realce a este evento, los invitamos que sigan generando y aplicando el conocimiento para dar respuesta a las necesidades que aquejan a los recursos forestales del País.

Presidente Honorario  
ING. JAIME VALLE MENDEZ  
Rector de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Noviembre del 2003

## AGRADECIMIENTOS

El Comité organizador expresa su reconocimiento al Sr. Ing. Jaime Valle Méndez Rector de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por su valioso apoyo para la realización VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales.

A los miembros de la mesa directiva de la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales por otorgar tan distinguida consideración a la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P., para la organización de este VI Congreso.

De igual manera a los catedráticos y personal secretarial de la Facultad que constituyeron las diversas comisiones para el logro de tan importante evento.

A las Instituciones de Educación Superior que participaron en calidad de ponentes o asistentes tales como: Centros de Bachillerato Tecnológico Forestales, Colegio de Postgrado, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Autónoma de Guadalajara, Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Guanajuato, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma de Tabasco, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad del Pinar del Río Cuba, Universidad de Santiago de Compostela; Universidad Juárez del Estado de Durango, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Creighton University Nebraska, Internacional Agrícola Center Wageningen, Oak Ridge National Laboratory, T: N., the Nederlanders, Universidad Autónoma de Puebla, Universität Göttingen, Alemania, University of Arkansas, USDA Forest Service, University of California, University of Toronto, Canadá, University of Washington, Utah State University.

A los institutos de investigación como: Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria de los siguientes estados de la República: Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Instituto de Ecología A.C., Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Instituto Politécnico Nacional, Institutos Tecnológicos Agropecuarios Institutos Tecnológicos Forestales, Unidades Conservación y Desarrollo Forestal Integral, y otras organizaciones.

## MENSAJE DEL PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES A.C. VI CONGRESO MEXICANO SOBRE RECURSOS FORESTALES

En 1993, la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales (SOMEREF) celebró su primer congreso en Saltillo. Con una frecuencia bianual nos reunimos después en Montecillo, Linares, Durango y Guadalajara. En el marco de estos cinco eventos, se presentaron los resultados de 589 trabajos de investigación sobre recursos forestales en una atmósfera de intercambio de ideas, multidisciplinariedad, diálogo constructivo, propuestas de trabajo conjunto, planteamiento de alternativas de solución de problemas y surgimiento y fortalecimiento de relaciones personales entre los socios. Así, el Congreso de la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales constituye hoy el foro nacional más importante sobre investigación en el área de Recursos Forestales.

Al cabo de una década, contamos como logros los objetivos que motivaron la realización de nuestro Congreso: 1) conformar un foro para la presentación de resultados de investigación científica, 2) propiciar el intercambio y la difusión del conocimiento, 3) fomentar grupos interdisciplinarios de trabajo y 4) proponer alternativas de solución a problemas que afronta el país en el manejo sustentable de los recursos forestales. Sin embargo el reto permanece constante y se hace imperativo incidir de forma más enfática en los niveles de toma de decisiones, de manera que los resultados de nuestras investigaciones constituyan en menor plazo alternativas de solución de problemas. Este quizá deba ser el mayor incentivo para mantener vivo el espíritu de la SOMEREF.

Nuestro VI Congreso es el marco ideal para celebrar el décimo aniversario de la constitución de nuestra Sociedad. En esta ocasión, nos acoge la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, correspondiendo el esfuerzo de la organización a su Facultad de Agronomía. Nuestro agradecimiento a los Directivos de la Universidad por su hospitalidad, al Comité Organizador por su trabajo entusiasta, y a todos los estudiantes, colaboradores y personal administrativo que posibilitaron la exitosa realización del Congreso.

Confío en que este evento que enmarca los primeros diez años de nuestra SOMEREF sea productivo para todos. Que del análisis de lo que ha sido nuestra trayectoria como Sociedad podamos revisar lo logrado y lo que hemos dejado de hacer; que podamos planteamos nuevos objetivos y los medios para lograrlos, que crezcamos en amistad, trabajo conjunto y desarrollo científico, y que sigamos siendo capaces de poner al servicio del país los resultados de nuestros trabajos de investigación, a fin de que las Nuevas Tecnologías en Manejo de Recursos Forestales, tema de nuestro encuentro, logren una fructífera aplicación en la práctica.

Presidente  
DR. OSCAR AGUIRRE CALDERON  
Facultad de Ciencias Forestales UANL

MESA DIRECTIVA 2001- 2003

Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C.

Presidente

Dr. Oscar Aguirre Calderón  
Facultad de Ciencias Forestales UANL

Vicepresidente

Dr. Agustín Gallegos Rodríguez  
Dpto. de Producción Forestal CUCBA, U de G.

Secretario

Dr. Jesús Jasso Mata  
Colegio de Posgraduados

Tesorero

Dr. Javier Jiménez Pérez  
Facultad de Ciencias Forestales, UANL

Vocales

Dr. Aurelio Fierros González  
INIFAP

Dr. Eladio Cornejo Oviedo  
Dpto. Forestal UAAAN

Dr. Leonardo Sánchez Rojas  
División de Ciencias Forestales, UACH

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente Honorario  
Ing. Jaime Valle Méndez

Presidente Ejecutivo  
MC. Andrés Delgadillo Pasquali

Administración y Finanzas  
LAA. Rogelio Galicia Hernández

Reservación y Recepción  
MC. Antonio Buen Abad Domínguez

Promoción y Relaciones Públicas  
Esp. José Carmen Soria Colunga  
MC. Miguel Ángel Tiscareño Iracheta  
ME. Rafael G. González Monjarás

Registro de Asistentes y Paquete Básico  
IAZ. Leticia Calderón Chávez  
Ing. Ignacio Nuñez Quezada

Cóctel de Bienvenida  
IAZ. Beatriz Calderón Chávez

Edecanes  
QFB. Martha Yáñez Hernández

Salones, Foros, Sonido, Audiovisual y Fotografía  
IAF. Indalecio Gaytán Rodríguez

Logística e Imagen del Evento  
MC. Gerardo Nicolás Ascencio Fernández  
C. Irma Guadalupe Delgadillo Ortuño  
I.A.F. Juan Francisco Gaytán Rodríguez

Diplomas, Reconocimientos y Memorias  
ING. José Ignacio Nuñez Quezada  
I.A.F. Jesús Alfredo Rodríguez Ramírez  
I.A.F. Juan Antonio Salinas

Conferencistas Magistrales  
Esp. José Carmen Soria Colunga  
M.C. Gabriel Vázquez Ulloa

Comisión Editorial  
M.C. José Buitrón Rodríguez  
DR. Humberto Cuéllar Torres  
M.C. Andrés Delgadillo Pasquali  
DR. Ovidio Díaz Gómez  
M.C. José Luis Lara Mirales  
DR. Manuel Antonio Ochoa Cordero  
M.C. Carlos Villar Morales

Coordinadores de Exposición  
M.C. Rodolfo Muro Reyes  
IAZ. Felipe de Jesús Morón Cedillo

El contenido de los trabajos que se presentan en esta obra son responsabilidad de sus respectivos autores, para editar esta obra los trabajos realizados en idioma español se pasaron por un corrector ortográfico electrónico, en las palabras que se tuvo duda, aun cuando el corrector las señalara como incorrectas o desconocidas, se respetaron tal y como el autor las envió en su disco magnético para evitar una interpretación errónea que pudiera ser un modismo del País de origen o de lenguaje técnico.

En cuanto a la presentación se unificó el tipo de letra y formación de los trabajos. En los cuadros gráficos y tablas, en la mayoría de los casos no cambió el tipo de letra porque se distorsionaba la presentación original, por lo que también se respetó la ortografía de origen o se realizó una copia fiel directamente de los originales que se recibieron impresos en papel.

El Comité Académico pudo constatar la calidad científica y técnica de los trabajos recibidos, así como la diversidad de las disciplinas que aquí se presentaron. Sin duda esta obra constituye un testimonio de los avances de la Ciencia forestal en México, así como los esfuerzos de investigadores.

CONTENIDO

	Página
<b>AGROFORESTAL</b>	<b>1</b>
AGROFORESTERIA, SISTEMA DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVO PARA LA HUASTECA POTOSINA. <i>Mario Cruz Fernández.</i>	2
COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE UN SISTEMA AGROFORESTAL Y UN SISTEMA TRADICIONAL DE PRODUCCIÓN PECUARIA, MONTEMORELOS, NUEVO LEÓN. <i>Luis Alonso Ibarra Tijerina, Horacio Villalón Mendoza, Oscar A. Aguirre C., Marcela Pardo Moreno.</i>	4
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS DE UTILIDAD FORRAJERA EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA DE LA COSTA DE JALISCO. <i>María Leonor Román Miranda.</i>	6
SISTEMAS AGROFORESTALES DE TIPO SILVOPASTORIL INTEGRANDO GANADERÍA DIVERSIFICADA. <i>José de Jesús Avendaño, Horacio Villalón Mendoza, Beatriz Rodríguez Tristán.</i>	8
<b>BIOMETRIA Y MEDICION FORESTAL</b>	<b>11</b>
ACUMULACIÓN DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA EN UNA PLANTACIÓN DE BAMBÚ EN HUATUSCO, VERACRUZ. <i>Arturo Castañeda Mendoza, Jesús Vargas Hernández, Juan Ignacio Valdez Hernández, Armando Gómez Guerrero, Humberto Vaquera Huerta.</i>	12
ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL Y DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS FORESTALES. <i>Oscar Aguirre, Javier Jiménez, Klaus von Gadow, Gangying Hui.</i>	14
ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN BOSQUE DE CONÍFERAS EN EL SURESTE DE COAHUILA, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG). <i>Dorlan de Jesús Pimientos de la Torre, Luis Morales Quiñones, Eduardo J. Treviño Garza, Oscar Aguirre Calderón.</i>	16
BIOMASA AÉREA EN PLANTACIONES COMERCIALES DE HULE ( <i>Hevea brasiliensis</i> Mill.) Arg. EN EL ESTADO DE OAXACA. <i>Gustavo Enrique Rojo Martínez, Jesús Jasso Mata, J. Jesús Vargas Hernández, David Jesús Palma López, Alejandro Velázquez Martínez.</i>	18
CAPTURA DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE PLANTACIONES FORESTALES. <i>José Nívar, Nicolás González, David Maldonado, José Graciano, V. H. Dale.</i>	20
CONSIDERACIONES DE ESCALA EN LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO. <i>Manuel de J. González Guillén, Robert J. Lilleholm, Lori M. Hunter, Richard Toth, Thomas C. Edwards, Jr, Malf Stevenson.</i>	22
CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE PINO EN UNA PLANTACIÓN ESTABLECIDA EN SANTIAGO COMALTEPEC, IXTLÁN, OAXACA. <i>Israel Hernández López, Celestino Flores López.</i>	24

CRECIMIENTO E INCREMENTO DE UN ECOSISTEMA MIXTO INCOETÁNEO DE CONÍFERAS EN EL NORESTE DE MÉXICO. <i>Oscar Aguirre, Javier Jiménez, Horst Kramer.</i>	26	ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE MADERA EN LOS BOSQUES DE CHIHUAHUA, MÉXICO USANDO LANDSAT-TM. <i>Carmelo Pinedo Álvarez, Juan Manuel Chacón Sotelo, Enrique Carreón Hernández.</i>	49
CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE <i>Lysiloma latissiquum</i> L. <i>Jorge Luis López Torres, Juan Carlos Tamant-Uñas.</i>	28	ESTRUCTURA HORIZONTAL DE ESPECIES ARBÓREAS EN UN BOSQUE TROPICAL DE LA COSTA DE JALISCO, MÉXICO. <i>Eraín Abundio Ramírez, Agustín Gallegos Rodríguez, Oscar Alberto Aguirre Calderón.</i>	51
CRECIMIENTO RADIAL DE TRES ESPECIES ARBÓREAS DE UNA SELVA SUBCADUCIFOLIA DEL ESTADO DE COLIMA. <i>José Luis López Ayala, Juan Ignacio Valdez Hernández.</i>	30	EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE COMPETENCIA INDEPENDIENTES DE LA DISTANCIA CON MODELOS DE CRECIMIENTO EN DIÁMETRO EN <i>Pinus cooperi</i> BLANCO. <i>Arturo G. Valles Gándara, Rubén F. González Laredo, Alberto Gallegos Infante, Juan M. Torres Rojo, José de J. Névar Cháidez, Manuel Rocha Fuentes.</i>	53
DENDROCRONOLOGÍA, UNA HERRAMIENTA PARA RECONSTRUIR ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES EN LA VERTIENTE CONTINENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA. <i>Sara C. Díaz Castro, Luis Brito Castillo, César A. Sañins Zavala, Arthur Douglas.</i>	32	EVALUACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA PREDICCIÓN UNIFORME DEL CRECIMIENTO EN <i>Pinus cooperi</i> BLANCO. <i>Arturo G. Valles Gándara, Rubén F. González Laredo, Alberto Gallegos Infante, Juan M. Torres Rojo, José de J. Névar Cháidez y Manuel Rocha Fuentes.</i>	56
DESARROLLO DE UN MODELO POLIMORFICO DE ÍNDICE DE SITIO PARA CINCO ESPECIES DE PINO DE EL SALTO, DURANGO, MÉXICO. <i>José Javier Corral Alvas, Juan Gabriel Álvarez González, Klaus von Gadow.</i>	33	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA REGION DE BABICORA UTILIZANDO IMÁGENES DE SATÉLITE. <i>Manuel Sosa Cerecedo, Soraya Puga Terrazas, Carmelo Pinedo Álvarez, Gustavo Quintana Martínez.</i>	58
ECUACIONES DE PREDICCIÓN VOLUMÉTRICA PARA TRES ESPECIES DE <i>Pinus</i> spp EN LA REGION ORIENTE DE MICHOACÁN. <i>Salvador Medríguez H., Ignacio Vázquez C.</i>	35	MODELOS BASE TAMAÑO, COMPETENCIA, SITIO Y RELACIÓN GENÉTICA PARA LA PREDICCIÓN DEL CRECIMIENTO EN <i>Pinus cooperi</i> BLANCO. <i>Arturo G. Valles Gándara, Rubén F. González Laredo, Alberto Gallegos Infante, Juan M. Torres Rojo, José de J. Névar Cháidez, Manuel Rocha Fuentes.</i>	60
ECUACIONES PARA ESTIMAR VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL DE <i>Pinus cooperi</i> DEL EJIDO LA VICTORIA DE LA REGION DE PUEBLO NUEVO, DGO. <i>Francisco Javier Hernández, José Daniel Galván Meléndez.</i>	37	MODELOS DE CRECIMIENTO PARA <i>Hevea brasiliensis</i> Müll. Arg. DEL CLON PB-5/63 EN BUERGOS, TABASCO. <i>Gustavo Rojo Martínez, Jesús Jasso Mata.</i>	62
EFFECTO DEL INCREMENTO DE CO ATMOSFÉRICO SOBRE <i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRB), EN NUEVO LEÓN, MÉXICO. <i>Genaro Esteban García Mosqueda, Enrique Jurado Ibarra, Javier Jiménez Pérez, Oscar Alberto Aguirre Calderón.</i>	39	MODELOS PARA CURVAS DE ÍNDICE DE SITIO PARA <i>Hevea brasiliensis</i> Müll. Arg. DEL CLON IAN-710 EN EL NORTE DE CHIAPAS. <i>Gustavo Rojo Martínez, Jesús Jasso Mata.</i>	64
EL CRECIMIENTO DE LOS AHUEHUETES <i>Taxodium mucronatum</i> TEN. DE CHAPULTEPEC EN LOS ÚLTIMOS CUATRO SIGLOS. <i>José Villanueva Díaz, Dave W. Stahl, Matthew D. Therrall, Malcom K. Francisco Camacho Morán, Patricia Nuñez Díaz de la Fuente, Sergio Gómez Chávez, Jorge Sánchez Sesma, Armando Ramírez García.</i>	42	PARCELA OPTIMA PARA EVALUACIÓN DE MORTANDAD DE ENCINOS EN LA SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES. <i>Abraham de Alba Avila, Guillermo Sánchez Martínez.</i>	66
EL ÍNDICE K, UN MODELO PARA ANALIZAR CONIFERAS EN IMAGENES DE SATELITE LANDSAT ETM. <i>Roberto Luévano Escobedo, Karla C. Luévano de la C., Gerardo de Lira Reyes, G Walter Ritter Ortiz, Gustavo A. Martínez Turanzas, Emilio Olivares Sáenz, Humberto Rodríguez Fuentes.</i>	44	PREDICCIÓN DE VOLUMENES DE FUSTE PARA <i>Pinus patula</i> var. <i>longipedunculata</i> EN SANTIAGO TEXTITLÁN, OAXACA. <i>Raúl Silva Maldonado, Salvador Valencia Manzo, Eladio H. Cornejo Oviedo.</i>	67
ELABORACIÓN DE TABLAS DE VOLÚMENES MEDIANTE ANÁLISIS TRONCALES, EN CINCO REGIONES FORESTALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA. <i>Roberto Armendáriz Olivas, Andrés Quiñónez Chávez, Pedro Juárez Tapia, Miguel Cano Rodríguez, Héctor O. Rubio Arias, Juan Rentería Anima.</i>	45	PREDICCIÓN ESPACIAL DE LA PRODUCTIVIDAD FORESTAL EMPLEANDO ANÁLISIS DIGITAL DEL TERRENO Y SIG. <i>Alberto Gómez Tagle Chávez, Alberto Fco. Gómez Tagle Rojas, Yolanda Chávez Huerta, Hugo Zepeda Castro, Esperanza Díaz Fernández.</i>	68
ESTIMACIÓN DE PESO VERDE DEL FUSTE DE <i>Pinus durangensis</i> Mtz. MEDIANTE LA DENSIDAD APARENTE VERDE, EN LA REGIÓN DEL SALTO P.N. DGO. <i>Méndez González Jorge, Morales Camedano Facundo, Najera Luna Juan Abel y Barrios Téllez José G.</i>	47	RESPUESTA EN CRECIMIENTO ANTE TRES DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y DOS PERIODOS DE RIEGO DE AUXILIO EN PLANTULAS DE CUACHALALATE ( <i>Amphipterygium adstringens</i> Schiede ex Schlecht.). <i>Solares Arenas Fortunato, Gálvez Cortés Ma. Cristina.</i>	71
		TENDENCIAS EN EL CRECIMIENTO DE <i>Pinus</i> spp. EN DURANGO. <i>Marta González Elizondo, José Villanueva Díaz, Enrique Jurado, Javier Jiménez Pérez.</i>	73

UNA NUEVA CRONOLOGIA DE <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) FRANCO DEL SUR DE DURANGO. <i>Marta González Elizondo, José Villanueva Díaz, Enrique Jurado, Javier Jiménez Pérez.</i>	75	PROPAGACIÓN IN VITRO DE ÁGAVES POR MEDIO DE PULSOS CON 2,4-D. <i>Rafael Ramírez Matagón, Anatolii Borodanenko, José Luis Bartera Guerra, Luis Antonio Parra Negrete.</i>	98
UN METODO SENCILLO PARA MAPEO Y GEOREFERENCIACION DE ARBOLES DE RODALES FORESTALES. <i>Méndez González Jorge, Nájera Luna Juan Abel.</i>	77	VARIACIÓN ESTACIONAL DE COBERTURA VEGETAL EN ÁREAS UTILIZADAS POR GUAJOLÓTE SILVESTRE ( <i>Meleagris gallopavo intermedia</i> ) EN LAMPAZOS DEL NARANJO N. L. RESULTADOS PRELIMINARES. <i>Camilo Sáucedo Jorge, Salas Westphal Amorita Ivonne, Scott Morales Laura M., Estrada Castañón Eduardo, Jorge Arturo Alba Avila.</i>	100
UN MODELO COMPATIBLE PARA LA PROYECCIÓN DE DISTRIBUCIONES DIAMÉTRICAS DE RODALES. <i>Sofía Sánchez Orois, Héctor Kotzé, José Javier Corral Rivas.</i>	79	ECOLOGIA FORESTAL	102
VALIDACION DEL SICREMARS versión 1.0 EN <i>Pinus cooperi</i> DEL EJIDO LA VICTORIA PUEBLO NUEVO, DEL ESTADO DE DURANGO. <i>Francisco Javier Hernández, Arturo Gerardo Valles Gándara, Manuel Hernández Silerio.</i>	81	APLICACIONES DE LA ECOLOGÍA DEL PAISAJE A LA PLANIFICACIÓN DEL MANEJO FORESTAL EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLÁN. <i>Enrique J. Jardel Peláez, Manuel Ramírez Rosero.</i>	103
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BOSQUES MANEJADOS DE <i>Pinus patula</i> EN ZACUALTIPÁN, HIDALGO. <i>Consuelo Figueroa Navarro, Gregorio Angeles Pérez, Alejandro Velásquez Martínez.</i>	382	CAMBIO CLIMÁTICO EN AGS., GTO. Y ZAC Y SU POSIBLE IMPACTO EN LAS MASAS FORESTALES. <i>Abraham de Alba Avila, Luis Humberto Maciel Pérez.</i>	105
CARTELES	83	CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LA PRIMAVERA, JALISCO EN EL PERIODO 1977-2002. <i>Agustín Gallegos Rodríguez, Efraín Abundío Ramírez, Jesús Hernández Alonso, Juan Espinosa Aréchiga.</i>	107
CARACTERIZACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO CASILLAS EN EL MUNICIPIO DE RAYONES N. L. <i>José Manuel Mata Balderas, Eduardo J. Treviño Garza, Javier Jiménez Pérez, Eduardo Estrada Castillon, Xanaf Antonio Némiga.</i>	84	CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PILÓN. <i>Xanaf Antonio Némiga, Eduardo J. Treviño Garza.</i>	109
CRECIMIENTO Y ESTIMACIÓN DE BIOMASA DE ESPECIES DE MEZQUITE <i>Prosopis spp</i> EN LA REGIÓN CENTRO DE NUEVO LEÓN. <i>Juan Martínez Medina.</i>	86	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FISIDNOMICAS Y FLORISTICAS DE LOS ENCINARES DE LA SIERRA DE ALVAREZ. <i>Felicidad García Sánchez, Juan Rogelio Aguirre Rivera, José Villanueva Díaz.</i>	110
CULTIVO IN VITRO DE <i>Tabebuia pentaphylla</i> (Bertol) DC (MATILISHUATE). <i>Miceli Méndez Clara Luz, Mendoza Urbina Francisca Adriana.</i>	88	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES DEL SURESTE DE ZACATECAS, MÉX., EN UN MARCO DE SUSTENTABILIDAD. <i>Martín Martínez Salvador, Manuel Alarcón Bustamante, Alfredo Ortega Rubio.</i>	112
EFFECTO DIFERENCIAL DE LA LUZ SOLAR SOBRE EL DESARROLLO INICIAL DE <i>Abies religiosa</i> (HBK.) SCHLTDL. ET CHAM. <i>Cecilia Nieto de Pascual Peña.</i>	90	DETECCIÓN DE CAMBIO DE LA VEGETACIÓN EN LA SIERRA DE QUILA MEDIANTE ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE IMÁGENES LANDSAT. <i>Raymundo Villavicencio Garcia, Matthias Dees, Barbara Koch, Agustín Gallegos Rodríguez.</i>	114
ESTRUCTURA POBLACIONAL DE <i>Pinus lumholtzii</i> ROB. & FERN., ESPECIE ENDÉMICA DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL. <i>Bibiana Rivas Arboleda, Martha González Elizondo, M. Socorro González E., Oscar A. Aguirre Calderón.</i>	92	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE BOSQUES MIXTOS EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA CERRO EL POTOSÍ, MÉXICO. <i>Dora Alicia García García, Javier Jiménez Pérez, Oscar Alberto Aguirre Calderón.</i>	116
LA SUSTENTABILIDAD EN LOS ECOSISTEMAS FORESTALES DEL SURESTE DE ZACATECAS, MEX. <i>Oscar A. Aguirre Calderón, Martín Martínez Salvador.</i>	94	DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MICROMICETOS ASOCIADOS A LA HOJARASCA DE <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. <i>Therisa Gabriela López García, José Guadalupe Marmolejo Monóvales.</i>	119
MODELO CONCEPTUAL PARA LA SELECCIÓN DE CRITERIOS E INDICADORES PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD DEL MANEJO FORESTAL. <i>Raúl Narváez Flores, Pamela A. Wright, Saúl Alviórez Vitolas, Martín Martínez Salvador, Luis A. Domínguez Pereda, Víctor Gómez Herrera, Santos G. Rodríguez García, Gerardo Montes Olivas, Jacob A. Molina Sánchez, César I. Martínez Barrera, Leonel Iglesias Gutiérrez, Armando Bojórquez Chávez.</i>	96	EFFECTO DE BORDE EN BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA EN LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLÁN, MEXICO. <i>Ana Luisa Santiago Pérez, Enrique J. Jardel Peláez, Ramón Cuevas Guzmán, F. Martín Huerta Martínez.</i>	121

EL CRECIMIENTO DE LOS AHUEHUETES ( <i>Taxodium mucronatum</i> TEN.) DE CHAPULTEPEC EN LOS ÚLTIMOS CUATRO SIGLOS. 123 <i>José Villanueva Díaz, Dave W. Stahl, Matthew D. Therrell, Malcom K., Francisco Camacho Morfín, Patricia Nuñez Díaz de la Fuente, Sergio Gómez Chávez, Jorge Sánchez Sesma. IMTA, Jutepec, Morelos, Armando Ramírez García.</i>	
ESPECIES ARBÓREAS TROPICALES DE POTENCIAL APÍCOLA EN UN ÁREA DE LA COSTA DE JALISCO. 125 <i>María Leonor Román Miranda.</i>	
ESTIMACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE HOJARASCA EN TRES ESPECIES DE PINOS EN NUEVO LEÓN, MÉXICO. 127 <i>José G. Marmolajo, Fortunato Garza Ocañas.</i>	
ESTRUCTURA DE DOS LOCALIDADES EN LOS BOSQUES DE LA SIERRA DE ÁLVAREZ, SAN LUIS POTOSÍ. 129 <i>Jorge Alberto Flores Cano.</i>	
ESTRUCTURA DE VEGETACIÓN DE UN RODAL MILENARIO DE SABINOS ( <i>Taxodium mucronatum</i> TEN.) EN LOS PERALES, RIOVERDE, S.L.P. 131 <i>José Villanueva Díaz, Agustín Hernández Reyna, Eladio Cornejo Oviedo, Felicidad García Sánchez.</i>	
ESTRUCTURA POBLACIONAL DE <i>Taxodium mucronatum</i> TEN. EN DIFERENTES CONDICIONES DE PERTURBACIÓN EN EL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO. 133 <i>Enrique Peña Esther Gabriela, Humberto Suzán Azpil.</i>	
ESTUDIOS MOLECULARES EN LA SÍNTESIS DEL HONGO ECTOMICORRÍCIDO <i>Cantharellus cibarius</i> (Fr.) CON <i>Quercus</i> sp. 135 <i>G. Guevara, A.G. Zúñiga-Medina, F. Garza-Ocañas.</i>	
EVALUACIÓN DEL USO TRADICIONAL DE LA VEGETACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CASILLAS, NUEVO LEÓN, MÉXICO. 136 <i>Jessica J. Bernal Hernández, Eduardo J. Treviño G., Eduardo Estrada Castillón, Oscar Aguirre Calderón, Xanet Antonio Némiga.</i>	
EVENTOS FENOLÓGICOS EN LOS ENCINOS DE LA SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES. 137 <i>Abraham de Alba Avila, Joaquín Sosa Ramírez.</i>	
FLUJOS DE CARBONO POR CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO. 139 <i>José Nívar, V. H. Dale.</i>	
INDICADORES DEL ESTADO DE SATURACIÓN DE NITRÓGENO EN BOSQUES CERCANOS A LA CIUDAD DE MÉXICO. 141 <i>Armando Gómez G., William R. Honath.</i>	
ÍNDICES Y MODELOS DE DIVERSIDAD-ABUNDANCIA EN LOS BOSQUES MIXTOS DE LA SIERRA DE SAN CARLOS, TAMAULIPAS. 143 <i>Martín Juárez Sánchez, José J. Nívar Cháidez.</i>	
LA VEGETACIÓN DEL EXTREMO MERIDIONAL DE LA MIXTECA POBLANA. 145 <i>Arturo Castañeda Mendoza, Enrique Guizar.</i>	
LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE DURANGO Y SUS OMISIONES DE CONSERVACIÓN. 147 <i>César Centi.</i>	
MODELO DE RIESGO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PILÓN. 149 <i>Xanet Antonio Némiga, Eduardo J. Treviño Garza.</i>	
ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL PARQUE ESTATAL SIERRA PATLACHIQUE. 150 <i>Mendoza Herrera Adrián J., Valdez Lazalde J. René.</i>	
PROPAGACIÓN MICIAL DEL HONGO ECTOMICORRÍCIDO <i>Pisolithus tinctorius</i> , E INOCULACIÓN CON ESPORAS EN BRINZALES DE <i>Eucalyptus urophylla</i> . 152 <i>J. L. García Rodríguez, J. Pérez Moreno, A. Altrate, V. M. Cetina Alcalá.</i>	
PRODUCCIÓN DE INOCULANTES PARA PINÁCEAS A BASE DE ESPORAS DE HONGOS ECTOMICORRÍCIDOS MEXICANOS. 154 <i>M. Martínez Reyes, J. Pérez Moreno, A. Altrate, V. M. Cetina Alcalá.</i>	
REGLAS DE ASOCIACIÓN EN COMUNIDADES VEGETALES: UN MODELO CONCEPTUAL. 156 <i>Patricia Hernández de la R., James N. Long, Lela M. Shultz.</i>	
REHABILITACIÓN ECOLÓGICA DE <i>Pinus culminicola</i> EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA "CERRO EL POTOSÍ", GALENA, MÉXICO. 158 <i>Javier Jiménez Pérez, Oscar Aguirre Calderón, Enrique Jurado Ybarra.</i>	
RESPUESTA MORFOLÓGICA DE <i>Pinus duranguensis</i> , <i>P. cooperi</i> Y <i>P. engelmannii</i> , A LA INOCULACIÓN DE HONGOS MICORRIZICOS. 160 <i>Montes Rivera Graciela, Sofía González Santiago, Martínez Belmonte Erika, Gutiérrez Tovar R. Alberto.</i>	
UTILIZACIÓN DE DATOS DE LOS SATÉLITES IKONOS Y LANDSAT-TM, PARA CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN DE CLIMA Templado Frío. 162 <i>Juan Manuel Chacón Sotelo, Carmelo Pinedo Álvarez, Manuel Sosa Cercedo, Gustavo Quintana Martínez.</i>	
VARIACIÓN ESTACIONAL DEL POTENCIAL HÍDRICO, TASA DE FOTOSÍNTESIS Y CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA EN EL ÁRBOL DEL TULE <i>Taxodium mucronatum</i> TEN. 164 <i>Gisela V. Campos Angeles, J. Jesús Vargas Hernández, Carlos Trejo López, Javier López Upton, Juan Velázquez-Mendoza.</i>	
LEGISLACION Y PLANEACION FORESTAL 165	
DESARROLLO SUSTENTABLE: IMPLICACIONES SOCIALES POR EL APROVECHAMIENTO DE LOS BOSQUES DE DURANGO Y SINALOA. 167 <i>Francisco J. Compeán Guzmán.</i>	
DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE MANEJO FORESTAL EN EL EJIDO POTRERILLOS, MPIO. DE XILITLA, S.L.P. 169 <i>Victor Oscar Bonilla Angeles, Jesús Jasso Mata, Manuel de Jesús González Guillén, José René Valdez Lazalde.</i>	



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE DE DATOS PARA EL PRODEPLAN. <i>Edgar Arturo Sánchez Moreno, Manuel de Jesús González Guillán, David H. del Valle Paniagua, René Valdez Lazalde.</i>	171
EL ENFOQUE DE CADENAS PRODUCTIVAS PARA EVALUAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR FORESTAL. <i>Quintanar Olguín, Juan.</i>	173
PLANEACIÓN FORESTAL: ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES FORESTALES DE DURANGO Y SINALOA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL. <i>Francisco Javier Compeán Guzmán.</i>	175
PRINCIPALES CAUSAS SOCIALES DE LA DEFORESTACION EN MÉXICO. <i>Horacio Villalón Mendoza, Ana Lucía Estrada Salvador.</i>	177
PROPUESTA DE LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE PLANES DE GESTIÓN FORESTAL EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE MÉXICO. <i>Juan Roberto Calderón Maya.</i>	180
SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DE ESPECIES MADERABLES MEXICANAS. <i>Carlos Castillo Cabrera, J. Amador Honorato Salazar.</i>	182
<b>MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE</b>	
CONTRIBUCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN AL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE: CASO MÉXICO. <i>Juan Carlos Tamarit-Urías.</i>	185
DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA SELECCIONAR PREDIOS FACTIBLES AL PROCESO DE CERTIFICACIÓN FORESTAL. <i>Manuel Alejandro Solís Frías, Carmelo Pinado Alvarez, Juan Manuel Chacón Sotelo.</i>	187
ESTÁNDARES SOBRE REGENERACIÓN DE PINO PARA VERIFICAR INDICADORES DEL MANEJO SUSTENTABLE. <i>David Arturo Moreno González, José Germán Flores Garnica, Juan de Dios Benavides Soldrío.</i>	189
LEVANTAMIENTO AGROLÓGICO DE ECOSISTEMAS FORESTALES: ESTUDIO DE CASO EN EL MUNICIPIO DE LANDA DE MATAMOROS, ORO. <i>Albarto Fco. Gómez Tagle Rojas, Yolanda Chávez Huerta, Albarto Gómez Tagle Chávez, Hugo Zapeda Castro, Esperanza Díaz Fernández, Constantino Orduña Trejo.</i>	191
MANEJO FORESTAL Y TASAS DE CAMBIO DE USO DE SUELO: DETECCIÓN MEDIANTE TÉCNICAS GEOMÁTICAS. <i>Joaquín A. Rincón-Ramírez, J. René Valdez-Lazalde, Fabián Islas-Gutiérrez, Adolfo Palma-Trujano.</i>	193
OBTENCIÓN DE PARAMETROS A NIVEL RODAL UTILIZANDO INFORMACIÓN GEOESPACIAL DE IMÁGENES SATELITALES Y ORTOFOTOS DIGITALES. <i>Marín Pompa García, Eduardo J. Treviño Garza.</i>	194
UN MÉTODO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO FORESTAL APLICADO A PLANTACIONES DE ACACIA MANGIUM EN COLOMBIA. <i>Guido Schwichtenberg, Sofia Sánchez Oroz.</i>	197

<b>PROTECCION FORESTAL</b>		199
CICLO BIOLÓGICO EN CAMPO DEL DESCORTEZADOR <i>Pityophthorus</i> sp. Eichhoff (COLEOPTERA:SCOLYTIDAE) EN <i>Pinus halepensis</i> Millar. <i>Juan A. Niño Maza, Luis A. Aguirre Uribe, Eugenio Guerrero-Rodríguez, Jorge David Flores Flores.</i>	200	
CICLO BIOLÓGICO EN LABORATORIO DEL DESCORTEZADOR <i>Pityophthorus</i> sp. Eichhoff (COLEOPTERA:SCOLYTIDAE) EN <i>Pinus halepensis</i> Millar. <i>Juan A. Niño Maza, Luis A. Aguirre Uribe, Eugenio Guerrero-Rodríguez, Jorge David Flores Flores.</i>	202	
DESARROLLO DE FOTOSERIES PARA LA CUANTIFICACIÓN DE COMBUSTIBLES FORESTALES EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO. <i>Jorge E. Morán Ríos, Enrique J. Jardel Palé, Ernesto Alvarado, David Wright, Robert Whriank.</i>	204	
DIAGNOSTICO SANITARIO FORESTAL EN EL ESTADO DE MICHOACÁN. <i>Ignacio Vázquez Coñazo, Salvador Madrigal Huendo, Josué García Zarco, Alma L. Pérez Morales, Armando Vila Rodríguez.</i>	206	
EFFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN EL ESCURRIMIENTO Y LA EROSION Y FACTORES PRINCIPALES. <i>Juan de D. Benavides Solorio, David A. Moreno González, J. Germán Flores Garnica.</i>	208	
EFFECTO DE PENDIENTE EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES LIGEROS POR QUEMAS CONTROLADAS EN TOPIA, DURANGO. <i>Juan Bautista Rentería Anima, Eduardo Javier Treviño Garza, Carlos Zapata Pérez, Salvador Gallegos Paniagua.</i>	210	
ENEMIGOS NATURALES DEL PSÍLIDO <i>Glycaspis brimblecombei</i> Y PARASITISMO POR <i>Psyllaephagus biteus</i> EN LA CD. DE DURANGO. <i>Mónica Yazmin Flores Villagas, Rebeca Álvarez Zagoya.</i>	212	
ESTADO FITOSANITARIO DE LA LECHUGUILLA ( <i>Agave lechuguilla</i> ) TORREY, EN SIETE COMUNIDADES DEL SUR DE COAHUILA. <i>Jorge David Flores Flores, José María Perales Garza, Juan Antonio Niño Maza.</i>	214	
EVALUACIÓN DE COMBUSTIBLES FORESTALES EN EL EJIDO PUEBLO NUEVO, DURANGO. <i>Carlos Alfonso Muñoz Robles, Daniel Núñez López, Juan B. Rentería Anima, Eduardo J. Treviño Garza.</i>	215	
EVALUACION DEL ARBOLADO AFECTADO POR INCENDIOS EN BOSQUES DE PINO. <i>Héctor Elgío Alamo Morales, Miguel Cano Rodríguez, Melitón Tena Vega.</i>	217	
EVALUACIÓN DEL FACTOR HUMANO COMO CAUSAL DE INCENDIOS FORESTALES. <i>González Ramos Acaberto, Valdez Lazalde, J. René, del Valle Paniagua, David.</i>	219	
FACTORES CAUSALES DE LA DECLINACIÓN DE BOSQUES DE ENCINOS EN "SIERRA DE LOBOS", GUAMAJUATO. <i>Luis Vázquez-Silva, Juan Carlos Tamarit Urías, Juan Quintanar-Olguín.</i>	220	

IMPACTO DEL CHUPADOR DE LA SAVIA A EUCALIPTO SPP. <i>Glycaspis</i> <i>brimblecombei</i> EN LA ZONA CONURBANA DE GUADALAJARA. Jesús Hernández Alonso, Edith Rivera García.	222	POBLACIONES DE <i>Pinus oocarpa</i> SE DIFERENCIAN GENÉTICAMENTE EN GRADIENTES ALTITUDINALES. IMPLICACIONES PARA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO. Cuauhtémoc Sáenz Romero, Rubén Ricardo Guzmán Reyna.	248
IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES SOBRE LA INFILTRACIÓN Y EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN UN BOSQUE DE PINO. Héctor Eligio Alanís Morales, José de Jesús Nívar Cháidez.	223	REPETIBILIDAD DE PARÁMETROS GENÉTICOS EN UN ENSAYO CLONAL DE <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. BLAKE. Nahum M. Sánchez Vargas, J. Jesús Vargas Hernández, Javier López Upton.	249
PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA INFESTACIÓN DEL PSÍLIDO <i>Glycaspis</i> <i>brimblecombei</i> Moore EN DURANGO. Rebeca Álvarez Zagoya.	225	SISTEMA DE CRUZAMIENTO EN POBLACIONES NATURALES DE <i>Pinus greggii</i> ENGELM. Conrado Parraquira Lezama, J. Jesús Vargas Hernández, Porfirio Ramírez Vallejo, Carlos Ramírez Herrera.	252
PSÍLIDOS DEL EUCALIPTO <i>Glycaspis brimblecombei</i> y <i>Blastopsylla occidentalis</i> , EN <i>Eucalyptus camaldulensis</i> EN LA CIUDAD DE DURANGO. Yesika María González Lozano, Rebeca Álvarez Zagoya.	227	VARIACIÓN DE HOJAS, CONOS Y SEMILLAS DE <i>Cupressus lusitánica</i> var. <i>lusitánica</i> EN CUATRO RODALES NATURALES DE LA REGIÓN ALTOS DE CHIAPAS. Crisóforo Zamora Serrano, Efraín Velasco Bautista.	254
RECONSTRUCCIÓN DEL HISTORIAL Y FRECUENCIA DE INCENDIOS EN BOSQUES MIXTOS DE PINO-ENCINO EN EL PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE, NUEVO LEÓN, MÉXICO. Marco Aurelio González Tagüe, Javier Jiménez Pérez.	229	VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y ANATÓMICA EN POBLACIONES MEXICANAS DE <i>Pseudotsuga</i> Valentín J. Reyes H., J. Jesús Vargas H., Javier López Upton, Humberto Vaquera Huerta V.	256
REPRODUCCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE <i>Curculio</i> spp.: INSECTO PLAGA DE LAS BELLOTAS DE ENCINOS <i>Quercus</i> spp. Luis Vázquez Silva, Juan Carlos Tamarit Urias.	231	ZONAS SEMILLERAS DE <i>Pinus greggii</i> Engelm. EN EL ESTADO DE HIDALGO. Joel Hernández Martínez, Javier López Upton, J. Jesús Vargas Hernández, J. Jasso Mata.	258
RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE EL CONTROL QUÍMICO DEL MUÉRDAGO FAMILIA LORANTHACEAE EN EL "BOSQUE DE LA PRIMAVERA", JALISCO, MÉXICO. Jesús Hernández Alonso, Edith Rivera García.	233	SILVICULTURA	260
SENSORES REMOTOS COMO INFORMACIÓN AUXILIAR EN LA DEFINICIÓN DE LA VARIACIÓN ESPACIAL DE COMBUSTIBLES FORESTALES. Fabían Enriquez García, J. Germán Flores Garrica; Juan de D. Benavides Solorio; David A. Moreno González.	235	CRECIMIENTO DE BROTES DE TRES ESPECIES DEL BOSQUE DE <i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i> EN ZACUALTIPÁN, HIDALGO. Gregorio Angeles Pérez, Virginia Avilés Hernández, Mario Jarillo-Hernández.	261
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SOBRE INCENDIOS FORESTALES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLÁN. Fabiola Castillo Navarro, Enrique J. Jardel Peláez, Oscar E. Balcázar Medina y Rubén Ramírez Villena.	237	ESTIMACIÓN DE SEMILLAS LLENAS POR CONO DE <i>Pseudotsuga</i> Carr. EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA. Celestino Flores López, Arvey Velásquez Santos.	263
RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES	239	EXPERIENCIAS EN INJERTOS CON DOS ESPECIES DE PINO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA. Ortega Cabrera Carlos, Orta González Víctor Raúl.	265
ANÁLISIS DE SIMILITUD MORFOLÓGICA ENTRE POBLACIONES DE <i>Pseudotsuga</i> Carr. Valentín J. Reyes H., J. Jesús Vargas H., J. López U. y H. Vaquera H.	240	POTENCIAL Y EFICIENCIA DE SEMILLAS EN TRES POBLACIONES NATURALES DE <i>Pinus johannis</i> . M. F. Robert Celestino Flores López, Santiago Aguilar Aguilar.	267
CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE POBLACIONES NATURALES DE <i>PSEUDOTSUGA</i> EN MÉXICO. Manuel Mapula Larreta, Javier López Upton, J. Jesús Vargas Hernández.	242	RECUPERACIÓN HIDROLÓGICA DE UN BOSQUE DE CONÍFERAS CON USO FORESTAL-PECUARIO EN DURANGO, MÉXICO. José Dueñas Alanís, Julián Gutiérrez, Luis Pérez, José Nívar.	269
GANANCIAS GENÉTICAS ESPERADAS EN <i>Pinus oocarpa</i> POR SELECCIÓN EN VIVERO. Héctor Viveros Viveros, Rubén Ricardo Guzmán Reyna, Cuauhtémoc Sáenz Romero.	244	REFORESTACIÓN EN MICHOACÁN: PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS. Cuauhtémoc Sáenz Romero, Roberto Lindig Cisneros.	271
PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE <i>Pinus phosara</i> Gordon EN EL ESTADO DE HIDALGO. Rosa I. Quirós Vázquez, Javier López Upton, Víctor M. Celina Alcalá, Gregorio Angeles Pérez, Antonio Trinidad Santos.	246		

	TECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS FORESTALES	272			
	ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DE CUATRO ESPECIES FORESTALES DE LA REGIÓN DE EL SALTO, DGO. <i>Nájera Luna Juan Abel Méndez González Jorge, Rodríguez Retá Isaac.</i>	273		INDICADORES DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA. <i>Pedro Juárez Tapia, Francisco Javier Compeán Guzmán, Roberto Armendáriz Olivas, Hector Rubio Arias, Javier Hernández Sales, Miguel Cano Rodríguez.</i>	298
	ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN MÉXICO. <i>Leonardo Sánchez Rojas.</i>	276		ÍNDICES DE CALIDAD DE PULPA PARA PAPEL DE MADERAS DE LA REGIÓN DE MORELIA. <i>Yza Vázquez Gavilán, Ma. Trinidad Ochoa Álvarez, Lydia I. Guridi Gómez, José Gpe. Rutaga Quiñones.</i>	300
	APLICACIÓN DE MODELOS GEOMÉTRICOS A LA CARACTERIZACIÓN DE LA POROSIDAD DE LA MADERA. <i>Jesús Martínez Linares, José Cruz de León.</i>	278		MÓDULO DE RUPTURA DE TABLEROS DE PARTÍCULAS DE MADERA. <i>Javier Ramón Sotomayor Castañeros, José Cruz de León.</i>	302
	APROVECHAMIENTO ARTESANAL DEL GUAMÜCHIL <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth EN EL NORTE DE GUERRERO. <i>José Ángel Alcántara Jiménez, Sergio Ayvar Serna, José Aurelio Durán Ramírez, Francisco Zanábriga Parra, Audón Gómez Mendoza.</i>	280		RENDIMIENTO DE LOS ACEITES ESENCIALES DEL FOLLAJE DE ESPECIES DE PINOS MEXICANOS Y CUBANOS <i>Sandra Luz Toledo G., Héctor Guillermo Ochoa, Sara Gabriela Díaz R, Carlos Guzmán P., Elena Cordero M., Uvaldo Orea I., Leila Carvallo A.</i>	304
	ARRIME DE TROCERÍA CON MOTOGRÚA, UTILIZANDO UN CARRO AÉREO GRAVITACIONAL. <i>José Ciro Hernández Díaz.</i>	282		TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS ELABORADOS CON MADERA DE <i>Acrocarpus fraxinellus</i> . <i>Marco A Herrera Ferreira, Teresa Sánchez Vargas, Marco Antonio Herrera Ferreira.</i>	306
	BIOTECNOLOGÍA APLICADA COMO PRETRATAMIENTO FUNGAL EN EL PROCESO DE PULPEO KRAFT. <i>Daniel Albarrán Alvarado José Gpe. Rutaga Quiñones, Virgilio Zúñiga Partida, Juan Ramos Quirarte.</i>	283		VALORES AMBIENTALES	308
	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MADERA DE <i>Pinus leophylla</i> SCHL. ET CHAM. (Pino chino). <i>Antonio Paniagua Cornejo, Fabiola E. Pedraza Bucio, Leticia Reyes Jiménez, Patricia Silva Sáenz, Ulises Trujillo Jiménez.</i>	285		APROVECHAMIENTOS FORESTALES Y SU INFLUENCIA EN LA DENSIDAD POBLACIONAL DE VENADO EN DURANGO. <i>Carlos Enrique Aguirre Calderón, Humberto Fernández Sánchez, Benedicto Vargas Laneta, Sacramento Corral Rivas.</i>	309
	COEFICIENTES DE ASERRÍO PARA CUATRO ASERRADEROS BANDA DEL SUR DE JALISCO. <i>José David García Ramírez, Luis Morales Quiñones, Salvador Valencia Manzo.</i>	287		DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ÍNDICES DE LOS VALORES DEL PAISAJE A NIVEL DE CUENCA EN DURANGO, MÉXICO. <i>Martínez R. L. M., J Návay, J Dueñez Alanís, L Pérez R, A. Zarate L.</i>	311
	CONTENIDO DE EXTRAÍBLES EN LA MADERA DE PAROTA. <i>Daniel Ramos Pantaleón José Gpe. Rutaga Quiñones, H. Guillermo Ochoa Ruiz.</i>	289		EL CRITERIO FORESTAL EN EL SISTEMA DE INDICADORES AMBIENTALES DEL ESTADO DE QUERÉTARO. <i>Carlos Mallén R., Miguel Ángel Musalem S, y Raúl Villarreal C.</i>	313
	EFFECTO DE LA CLASIFICACIÓN DE TROCERÍA EN EL VALOR COMERCIAL DEL ARBOLADO. <i>José Eduardo Salas Campos, José Ciro Hernández Díaz.</i>	291		EL EFECTO DE LA FORESTACIÓN EN LA INFILTRABILIDAD Y PÉRDIDA DE SUELO EN UNA MICROCUENCA DE LA SIERRA ZAPALINAMÉ AL SUDESTE DE COAHUILA, MÉXICO. <i>Julio Cesar Ríos, Jose Dueñez Alanís, José Návay.</i>	315
	EL USO DE MADERA EN LA PRODUCCIÓN DE PAPEL. <i>Juana Huerta Crespo, Anelí Santamaría Zambrano.</i>	292		EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA SUPERFICIAL DE TRES CUENCAS HIDROLÓGICAS DE NUEVO LEÓN. <i>Eduardo J. Treviño G., Xanuf Antonio N., José Verástegui Ch., Wilver Salinas C.</i>	316
	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO EN ACEITES ESENCIALES DE ORÉGANO DE LA REGIÓN NORTE DE JALISCO. <i>P. Miguel Martínez Domínguez.</i>	294		EVALUACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN MONTERREY, N. L. <i>Cynthia G. Reséndiz Infante, Eduardo J. Treviño Garza, Alejandro R. Ledesma, Antonio Guzmán Velasco, Glafiro Alanís Flores.</i>	317
	EVALUACIÓN DEL SECADO DE MADERA ASERRADA DE ENCINO EN SECADOR EXPERIMENTAL. <i>Quintana O., J., Jacinto V., G.</i>	296		HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES DE EL SALTO, PUEBLO NUEVO, DURANGO. <i>Anita Flores I., J. Naranjo J. N., Herrera C., J., Avila R. J. A., Aímaraz A. N.</i>	318
	XIX			IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROMICETOS EN LA ESTACIÓN LAS PALOMAS DE LA CUENCA LA ESPERANZA DE LA CIUDAD DE GUANAJUATO. <i>Ismael Acosta Rodríguez, Lesly Doniz Padilla y María de Guadalupe Moctezuma Zárate.</i>	320
				XX	

LOS LÍQUENES UN RECURSO DE LAS ÁREAS FORESTALES DE DURANGO. <i>Ortega Ch. M.A., Naranjo J. N., Herrera C. J., Avila R. J. A., Almaraz A. N.</i>	322	ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC. EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN LA COSTA PACÍFICA DE MÉXICO. <i>Antonio Mora Santacruz, Juan Ignacio Valdez Hernández.</i>	343
MANEJO DE CUENCAS FORESTALES EN ÁREAS PROTEGIDAS: EL CASO DEL ARROYO EL TECOLOTE, RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLÁN. <i>Citlali Cortés Montaño, Enrique J. Jardel Peñáz, Hugo Crozco Jiménez.</i>	324	"EVALUACIÓN DE PLANTACIONES DEL GÉNERO PINUS EN EL NORDESTE DE MÉXICO". <i>Eduardo de los Ríos, José Nívar, P. A. Domínguez, Reinout De Hoogh.</i>	345
ORIENTACIÓN DE LOS CRITERIOS E INDICADORES FORESTALES EN VERACRUZ. <i>Carlos Mallén R.</i>	326	EVALUACIÓN DE LAS PLANTACIONES FORESTALES DEL PRONARE - 2000 EN DURANGO. <i>Soís González Santiago, Montes Rivera Graciela, Morales Soís Matea.</i>	347
POSIBILIDADES DE CAPTURA DE CARBONO PARA PROTECCIÓN DE LA ZONA FORESTAL DE LA CUENCA DE MORELIA. <i>Alberto F. Gómez Taglie Rojas, Yolanda Chávez Huerta, Alberto Gómez Taglie Chávez, Hugo Zapeda Castro, Esperanza Díaz Fernández.</i>	328	EVALUACIÓN DE TRES TAMAÑOS DE ENVASES EN LA PRODUCCIÓN DE <i>Pinus durangensis</i> MART. EN VIVERO. <i>José Ángel Prieto Ruiz, Fco. Gerardo Ramírez García.</i>	349
THROUGHFALL FLUXES IN SUBTROPICAL MONTANE FORESTS OF THE SIERRA MADRE ORIENTAL (NUEVO LEÓN, MÉXICO). <i>J. S. Flores Laureano, D.E. Carlyle-Moses, A.G. Price and J. Nívar.</i>	330	GERMINACIÓN DEL CEDRO ( <i>Cedrela odorata</i> ) EN DIFERENTES CONTENEDORES Y SUSTRATOS EN CONDICIONES DE INVERNADERO. <i>Ismael Pat Aké, Mayné J.G. Aguayo Ledn, Carlos Navarro.</i>	351
EL MANEJO DEL AGUA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE VALOR <i>Ana Rita Román Jimenez, Martín Alfonso Mendoza Briseño, Alejandro Velásquez Martínez, Mario Roberto Martínez Méndez, Juan Manuel Torres rojo y Hugo Ramírez Maldonado.</i>	376	GERMINACIÓN POR TEMPERATURA DE <i>Arctostaphylos pungens</i> HBK. <i>Marcos A. Márquez Linares, Enrique Jurado.</i>	353
EL MANEJO DEL AGUA: UNA CUESTIÓN DE PROPIEDAD <i>Ana Rita Román Jimenez, Martín Alfonso Mendoza Briseño, Juan Manuel Torres rojo, Mario Roberto Martínez Méndez, Alejandro Velásquez Martínez y Hugo Ramírez Maldonado.</i>	379	IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTULAS FORESTALES EN UN VIVERO SECTORIZADO. <i>Fabíán Enriquez García, Ana Isabel Castillo Hernández, Gonzalo Guameros Alvarado.</i>	355
VIVEROS Y PLANTACIONES FORESTALES	332	INDUCCIÓN SIMBIÓTICA DE <i>Agave durangensis</i> y <i>Glomus intraradices</i> : (INOCULO COMERCIAL). <i>Montes Rivera María Graciela, Ruiz Marín Alfredo.</i>	357
ACUMULACIÓN DE BIOMASA, DESARROLLO DE HOJAS SECUNDARIAS Y MORTANDAD DE PLÁNTULAS DE <i>Pinus leiophylla</i> DE DIFERENTES POBLACIONES BAJO DÉFICIT HÍDRICO. <i>Tomás Martínez Trinidad, J. Jesús Vargas Hernández, Javier López Upton, Abel Muñoz Crozco.</i>	333	MODOS COMPOSTEADOS: UNA ALTERNATIVA DE SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTA DE <i>Agave durangensis</i> . <i>Montes Rivera María Graciela, Jiménez Sánchez Hector F, Soís González Santiago.</i>	359
DESARROLLO DE CULTIVARES DE RÁPIDO CRECIMIENTO DE <i>Cupressus nelsonii</i> : PROPUESTA FRENTE A LA TALA CLANDESTINA EN ZONAS TEMPLADAS. <i>Carlos Alberto Ramírez Mandujano, Alejandro Zamora Hernández.</i>	335	PLANTACIÓN PRELIMINAR DE <i>Solanum guineense</i> L. BAJO DOSEL PROTECTOR EN SUPERFICIE REFORESTADA. <i>Jesús Hernández Alonso, Alberto Ramos, Edith Rivera García.</i>	362
EFFECTO DE LA PODA QUÍMICA DE RAÍZ EN VIVERO EN LA BIOMASA RADICAL EN UNA PLANTACIÓN DE <i>Pinus greggii</i> . <i>Jorge Barajas R., Arnulfo Aldrete, Javier López U., Jesús Vargas H.</i>	337	PRESERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES USADAS EN LAS CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS CAMPESINAS DEL ESTADO DE TABASCO. <i>José Manuel Salaya Domínguez, Ulises López Noverola, Jorge Arturo Díaz Gonzáles.</i>	363
ENSAYO DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS DE SOTOL ( <i>Dasyllirion</i> spp.) BAJO RIEGO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA. <i>Jesús Miguel Olivas García, José Álvaro Anchocho Nájera, Javier Hernández Salas, Jesús José Escárrega Medina.</i>	339	PROPAGACIÓN DE MEZQUITE ( <i>Prosopis laevigata</i> L.) POR ACODOS, CON DISTINTOS REGULADORES DE CRECIMIENTO. <i>Rafael Ramírez Malagón, Ericka del Carmen Delgado Bernal, Juan T. Fries Hernández.</i>	366
ENSAYO DE OCHO PROCEDENCIAS DE <i>Pinus oaxacana</i> Mirov. EN LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA. <i>Vicente Ruiz Alonso, Martín Gómez Cárdenas, Salvador Valencia Manzo, Eladio H. Cornejo Oviedo.</i>	341	PROPAGACIÓN DE VAINILLA ( <i>Planifolia andrewsii</i> ) A PARTIR DE SEGMENTOS DEFOLIADOS EN CONDICIONES DE INVERNADERO. <i>Mayne J. Gpe. Aguayo Ledn, Ismael Pat Aké.</i>	367
		PRUEBAS DE REGENERACIÓN ARTIFICIAL Y OBRAS DE REHABILITACIÓN EN DOS LOCALIDADES DEGRADADAS POR INCENDIO EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL, COAHUILA Y NUEVO LEÓN, MÉXICO. <i>Rubén A. Marroquín Flores.</i>	369

- RESPUESTAS A LA FERTILIZACION EN INVERNADERO de *Pinus cembroides* y *P. pinaster* 370  
*Lindofo Durán E., Miguel A. Capó A., Ricardo López A.*
- SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE TRES PROCEDENCIAS DE *Pinus cembroides* 372  
*Zucc. EN EL CAESA, ARTEAGA, COAH.*  
*Paulino Morales López, Eladio H. Cornejo Oviedo, Salvador Valencia Manzo, Eduardo Aldrete Menchaca.*
- VIABILIDAD DE SEMILLAS DEL CIPRÉS *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica* EN 374  
 BOSQUES DE LA REGIÓN ALTOS DE CHIAPAS.  
*Crisóforo Zamora Serrano, Efraín Velasco Bautista.*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

AGROFORESTAL

## AGROFORESTERIA, SISTEMA DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVO PARA LA HUASTECA POTOSINA.

Mario Cruz Fernández

INIFAP, Campo Experimental Huichihuayán. Km 56 Carretera Valles-Tamazunchale. Tel. 48138 05064; Fax 489 36 1 00 26. marcrf@latinmail.com

### INTRODUCCIÓN

La región Huasteca en el estado de San Luis Potosí es un área de serranías y de clima tropical. En esta zona se siembra maíz, frijol, cítricos, café, caña de azúcar y pastos.

Bajo el manejo actual se ha obtenido como resultado baja productividad de la tierra. La deforestación acelerada de la vegetación para uso agrícola a ocasionado efectos visibles e irreversibles, desequilibrio ecológico, pérdida de la fertilidad y erosión de los suelos, pérdida de especies de flora y fauna, disminución de la producción y de la rentabilidad de la tierra, abandono de tierras, pobreza y emigración de la población del campo a la ciudad.

Dentro de las alternativas que se conocen para disminuir estos efectos, se encuentra la agroforestería, un término colectivo que incluye sistemas y tecnología donde se combinan especies leñosas perennes con cultivos agrícolas y/o animales en una unidad de terreno. Este sistema ofrece varias ventajas, reduce la erosión del suelo, estimula mayor biodiversidad, permite obtener productos e ingresos a corto, mediano y largo plazo, además, protege, conserva y enriquece los recursos afectados.

Por tal motivo se considera como una alternativa viable para el desarrollo de comunidades donde los recursos naturales han sido afectados, como el caso de la Huasteca Potosina.

### OBJETIVOS

Desarrollar esquemas de sistemas agroforestales para la región de la Sierra Huasteca, que permitan la conservación del recurso suelo, y que se exprese en cultivo integrado, el potencial productivo de especies anuales y perennes.

### MATERIALES Y METODOS

Como meta fundamental fue el establecimiento de dos parcelas agroforestales integradas con diversas especies: maderables, de cultivos bajo el dosel, frutales, cercos vivos, barreras vegetales retenedoras del suelo y cultivos anuales. Estas se ubican en dos localidades de la sierra Huasteca cada una superficie de una hectárea y en terrenos con pendiente menor al 30%. La integración de las parcelas agroforestales dio inicio a partir de 1999, donde en forma paulatina fueron sembrándose las distintas especies y el maíz espeque en cada verano lluvioso. En la etapa inicial de establecimiento de las parcelas agroforestales se mide la adaptación, crecimiento, sobrevivencia, plagas y enfermedades.

### RESULTADOS

Son varias las especies vegetales que integran las parcelas agroforestales, actividad que fue desarrollada durante la temporada de lluvias (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies establecidas en las parcelas agroforestales hasta 2003.

ESPECIE	Huichi	Tandz
Cedro	X	X
Caoba	X	
Palo escrito	X	
Palo de rosa	X	X
Nim	X	X
Melina	X	X
Chile piquín	X	
Palma camedor	X	X
Papao veliver	X	
Canela	X	
Zacate limón	X	
Pasto taiwán	X	
Maíz	X	X

Hasta diciembre del 2002, las especies registraban un crecimiento favorable y alta sobrevivencia (Cuadro 2), mayor desarrollo se observa en la localidad de Huichihuayán. En cuanto a plagas se presentó el barrenador de las yemas de los cedros y caobas *Hypsipyla grandella* (Seiler). En el caso de enfermedades, su presencia y daño no se consideraron como significativas.

Cuadro 2. Crecimiento de especies.

Especie	Huichihuayán		Tandzumadz	
	Altura (m)	Ø de tallo (cm)	Altura (m)	Ø de tallo (cm)
Melina	11.6	15.8	8.7	10.5
Palo rosa	6.56	8.3	5.4	6.8
Cedro	5.90	7.5	4.2	6.8
Caoba	6.25	8.2	-	-
Nim	5.5	9.8	5.2	7.7
Naranja	3.50	-	-	-
Litchi	2.60	-	2.3	-

En cada ciclo de lluvias se sembró maíz a espeque intercalado entre las especies forestales y hasta que el dosel lo permitió (Cuadro 3); como el caso de la melina que debido a su rápido crecimiento no permitió la siembra de maíz al segundo año. El rendimiento de maíz (V-454), bajo este sistema es

aceptable en el primer ciclo de siembra, ya que supera el rendimiento regional (800 kg/ha); después se abate en forma paulatina, siendo necesario encontrar mejores genotipos.

Cuadro 3. Rendimientos de maíz en parcela agroforestal.

Especie	Kg/1200 m <sup>2</sup> /ciclo			
	1999	2000	2001	2002
Huichihuayán				
Melina	175	X	X	X
Cedro	175	144	X	X
Caoba	175	-	X	X
Nim	175	192	60	X
Palo rosa	175	144	X	X
Maíz monocultivo	175	288	125	100
Tandzumadz				
Cedro	150	44	30	20
Nim	150	58	40	30
Litchi	150	58	50	40
Maíz monocultivo	150	67	100	98

### CONCLUSIONES

Aún cuando no se realiza una evaluación sistemática del impacto económico, social, se vislumbra en esta etapa inicial, que el sistema agroforestal establecido representa una alternativa viable al manejo de áreas de desmonte en la Huasteca Potosina.

Bajo este sistema se obtiene mayor uso y permanente del suelo, se obtiene productos a corto, mediano y largo plazo; contrario al sistema r-t-q en donde se siembra al maíz en monocultivo, con alto grado de subutilización y pérdida del entorno ecológico.

## Comparación económica entre un sistema agroforestal y un sistema tradicional de producción pecuaria, Montemorelos, Nuevo León.

Ing. Luis Alonso Ibarra Tijerina correo electrónico: [ajl@hhotmail.com](mailto:ajl@hhotmail.com); Dr. Horacio Vilalón Mendoza; Dr. Oscar A. Aguirre C.; Dra. Marcela Pando Moreno. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Inzares Nuevo León, México.

### INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento demográfico lleva a una demanda constante y creciente de bienes y servicios, como son el alimento, agua, vivienda, fuentes de empleo y áreas de esparcimiento. Esta demanda origina cambios, generalmente desfavorables, en los ecosistemas naturales.

Una de las alternativas de producción con alta probabilidad de éxito desde el punto de vista técnico, financiero, social y ecológico, lo constituyen los Sistemas Agroforestales. Estos, se definen como la creación de ecosistemas artificiales múltiples, donde se dan varios beneficios; desde una mayor rentabilidad financiera, a largo y corto plazo, hasta el de obtener un mejor equilibrio ecológico. (Rodríguez, 1992).

En la presente investigación, se realiza un análisis financiero para comparar dos esquemas de producción: uno pastoril convencional y el otro agroforestal de tipo pastoril silvícola, donde se involucra un cultivo de consumo animal y se combina con la producción de árboles.

### OBJETIVO

General: Evaluar la rentabilidad financiera del sistema agroforestal y del sistema convencional mediante los criterios del Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio-Costo (R, B/C)

### Específicos:

1. Observar y cuantificar los rendimientos de biomasa vegetal y producción de carne que se da en cada uno de los sistemas.
2. Detectar y cuantificar las ventajas y las desventajas económicas y productivas que se puedan dar en cada uno de los sistemas.

### MATERIALES Y METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio: Se localiza dentro del municipio de Montemorelos en el estado de Nuevo León, en el predio denominado "Rancho Los Finitos" localizado en el Km 216 sobre la carretera Nacional Linares - Monterrey, a la altura de la comunidad de Congregación Coles en el municipio antes mencionado y sus coordenadas son 100° 15' oeste y 20° 15' Norte.

Clima semiárido con dos períodos de lluvias definidos el más largo de estos dos es en verano y el otro en invierno, ambos separados por un corto período de sequía. La temperatura media anual entre los 20° - 24° C, con una precipitación media anual de 600 mm y una altura sobre el nivel del mar 300-500 m (INEGI, 1988).

Vegetación Según Rezedowski (1978), lo predominante en la zona es el tipo de vegetación Xerófila, en específico matorral Submontano (en la porción calcárea o la sierra madre oriental) y Matorral Tamaulpeco. Por otra parte y como lo reporta Alonso et al. (1986) existe otro tipo de vegetación a lo largo de los cauces de los ríos de la región.

Área experimental: (SAF, Sistema Agroforestal con una superficie de 35-00 ha. Y el SC, sistema convencional con 5-00 ha.) Se tomó para el sistema agroforestal de tipo pastoril silvícola un área de forma rectangular y con medidas de 117 m x 55 m dando una superficie de 6435m<sup>2</sup>. Y para el sistema convencional de tipo pastoril se eligió una superficie de forma rectangular con medidas de 116 m x 98 m siendo una superficie total de 11,368 m<sup>2</sup>. Las áreas están distribuidas en seis potreros en el sistema convencional y de 8 potreros en el sistema agroforestal, en los cuales se realiza una rotación mensual del ganado en cada potrero para que llegue a restablecerse y volver a la pasta inicial.

La evaluación económica de los proyectos puede ser organizada en cuatro pasos principales: Identificación y cálculo de todos los costos de los dos sistemas propuestos; Identificación y cálculo de todos los beneficios del sistema propuesto; Descuento de los beneficios netos futuros y expresión en términos de pesos corrientes; y Evaluación de flujo neto del SAF y del sistema convencional propuestos.

Además conocer los indicadores de la rentabilidad que tiene este sistema agroforestal la información para la evaluación será la que arroje el cultivo de zacate estrella asociado con el matorral (especies leñosas) sombra y el grado de aprovechamiento por el ganado estabulado y semiestabulado y esta información se recopiló en forma directa con el propietario del rancho Los Finitos.

Para la comparación de económica se tomó la ecuación del Valor Actual Neto (VAN), reordenándola y quedando como a continuación se muestra:

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

para t = 1, 2, ..., n

Cuanto más alto el VAN del proyecto más alto será el resultado de esta relación. Una relación beneficio-costo mayor de uno indica que los beneficios descontados exceden los costos descontados.

Se cuenta en la propiedad con 86 cabezas de ganado de raza de registro, elemental y simbrina entre vacas, becerros y mamonas, todo este ganado es para ple de cría como toros y para sementales de registro,

para obtener por medio de inseminación artificial o monta natural nuevas crías.

### RESULTADOS

Con el propósito de verificar la hipótesis planteada en cuestión económica de los dos sistemas y su comparación se evaluó, la producción de biomasa vegetal siendo ésta de 7.5 tn/ha en el SAF, a diferencia del SC donde fue de 6.5 tn/ha, teniendo un incremento favorable hasta en un 12%.

De acuerdo con el estudio de digestibilidad y aportación de la sombra, ésta trae consigo efectos benéficos al ganar más peso corporal el ganado que está pastando en un SAF, que el de tipo convencional, llegando a ser en ocasiones hasta del 25%. En cuanto a ganancia de peso, en el SAF, el incremento fue de 642 Kg en un periodo de 13 meses, y en el SC, fue de 562 Kg en el mismo periodo de tiempo. Esto como consecuencia de que el pasto crece mejor y más con las aportaciones de materia orgánica que le brindan los árboles, tanto por hojas, ramas y material frutícola de las vainas alimento por el ganado, que ha su vez el estiércol que aporta al pasto le ayuda para su rendimiento y calidad de forraje, trayendo consigo una menor compactación del suelo, y en época de bajas temperaturas la recuperación del pasto por efectos de escarcho es más rápida o sin efectos sobre el sistema AF que en el convencional.

El porcentaje de materia orgánica en el SAF es de un total =5.8018 %, con una densidad aparente promedio 1.081666 gr/cm<sup>3</sup>. El sistema convencional tiene un porcentaje de materia orgánica de 3.5455 % y una densidad aparente =1.269 gr/cm<sup>3</sup>. La propiedad física del suelo cambia con el pastoreo y sufre una severa disminución en la porosidad, trayendo cambios desfavorables en la relación suelo-agua-aire (Sotelo, 2002).

Se observa que en un SAF el contenido de materia orgánica es más alto que en un sistema convencional ya que la aportación de hojarasca y raíces muertas que aportan los árboles se integran y coincide con lo que reporta Young (1988) trayendo beneficios al suelo y a la cría y producción de ganado y biomasa.

TABLA 1. Análisis de gastos generales de las actividades productivas del rancho "Los Finitos" de 1997-2002.

CATEGORÍA	1	2	3	4	5
Gastos generales	11,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Gastos de mano de obra	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Depreciación	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Gastos Administrativos	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Total	14,000	13,000	13,000	13,000	13,000

TABLA 2. Ventas por año

TABLAS Estado de pérdidas y ganancias sin financiamiento otras expresadas en pesos

AÑO	NÚMERO DE CABEZAS	PERDIDA ANUAL (PESOS)	GANANCIA ANUAL (PESOS)
1	86 cabezas	3,000,000	3,000,000
2	86 cabezas	3,000,000	3,000,000
3	86 cabezas	3,000,000	3,000,000
4	86 cabezas	3,000,000	3,000,000
5	86 cabezas	3,000,000	3,000,000
Total	430	15,000,000	15,000,000

### LITERATURA CITADA

AÑO	1	2	3	4	5
Gastos generales	11,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Gastos de mano de obra	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Depreciación	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Gastos Administrativos	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Total	14,000	13,000	13,000	13,000	13,000

COMBE y Budowski, 1979 Simposio Agroforestal en México (1989) Memoria PCF., UANL, Linares, N.L.  
 FAO, 1996. Agroforestería para la producción animal en América latina, FAO Santiago de Chile, Chile.  
 PANDO, M. M. 2000. Introducción Agroforestal Apuntes de apoyo al curso de agroforestería FCF UANL, Linares, N. L.  
 RODRIGUEZ O. A., Fierros, G. A. 1989. Los SAF como una alternativa para el trópico húmedo Mexicano In: Simposio Agroforestal en México F. V. F. U. A. N. L. Linares, México 419 p.  
 SERRANO G. E. 1982. Herramientas para el análisis económico del SAF. In: Simposio Agroforestal en México, Memoria Tomo II FCF UANL, Linares México 418 p.  
 SOTELO, G. H. 2002. Comparación de la densidad aparente y materia orgánica del suelo entre un sistema agroforestal de tipo pastoril silvícola y uno convencional en el noreste de México. Tesis de Licenciatura. F.C.F. U.A.N.L. Linares, N.L.  
 ZAMUDIO S. F. 1992. Un análisis elemental costo-beneficio sobre la optimización de la utilidad en un SAF UACH, Chapingo, México. 18 p

## Identificación de Especies arbóreas de utilidad forrajera en una Selva Mediana *Subcaducifolia* de la Costa de Jalisco

María Leonor Román Miranda<sup>1</sup>

**Introducción:** El incremento en la población y la demanda de recursos alimenticios ha propiciado el desmonte de diferentes ecosistemas, convirtiendo áreas arboladas en terrenos agrícolas y praderas cultivadas para la explotación ganadera, perdiéndose así especies valiosas de múltiples usos, entre ellos el ser fuente de alimento para el ganado y la fauna silvestre, principalmente durante la época seca, ya que con su hábito perenne proporcionan forraje, reduciendo el uso de concentrados en las explotaciones pecuarias (Baumer, 1992; Crespo *et al.*, 1996; Palma y Flores, 1997; Simón, 1996).

Las características nutricionales y producción de biomasa de muchas especies arbóreas las hace atractivas para incorporarlas a los sistemas de producción ganadera, mejorando la dieta del animal (Araya *et al.*, 1994). Para un mejor manejo de estas especies es indispensable conocer entre otras cosas su composición química, aceptación por el animal, y su digestibilidad.

Por lo que este estudio tiene como objetivo identificar las especies que consume el ganado, así como su composición química, principalmente contenido de proteína y fibra.

**Materiales y Métodos:** El trabajo está basado en observaciones directas en los agostaderos, en los diferentes tipos de vegetación, a través de varios años de recorridos de campo, revisiones bibliográficas, principalmente de Centro América y del Caribe, así como información de ganaderos de la zona.

Se colectó material de las especies y parte de la planta que es consumida por el ganado, para análisis bromatológico. Se consideró la época en que la especie es consumida, las colectas se realizaron durante la época seca.

El estudio se realizó en la Microcuenca "La Quebrada", Mpio. de Tomatlán,

Jalisco. Ubicada entre los 105° 05' Longitud W y 19° 55' Latitud N con una superficie de 5,000 ha aproximadamente. Con una altitud de 100 a 700 m.

El sitio de estudio se encuentra dentro del clima cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw(w), según la clasificación de Köppen, con las modificaciones propuestas por García (1988), con una precipitación pluvial de 1000 a 1500 mm al año y temperatura media anual de 24 a 26°C. Geológicamente el área data de la Era Mesozoica, del Cretácico, con rocas ígneas intrusivas como granito, diorita, granodiorita, gabro y diabasa.

Los suelos pertenecen a Regosol eútrico (Re), Cambisol crómico (Bc) y Litosol (l).

La vegetación que predomina es selva mediana subcaducifolia, representada por un gran número de especies arbóreas, que reportan alturas de 10-40 m. La mayoría maderables de uso múltiple (Gallegos *et al.*, 2001).

**Resultados:** El estudio nos indica que existe un gran número de especies de utilidad ganadera, siendo la especie bovina la que aprovecha este recurso, principalmente en los agostaderos. La familia Leguminosa se caracteriza por su diversidad de especies de árboles multipropósitos con 9 especies de uso ganadero, la familia Moracea con 4 donde destaca por su importancia el ramón *Brosimum alicastrum* Sw, 2 especies de la familia Euphorbiaceae, 2 de la Anacardiaceae y con una especie las familias Palmaceae, Esterculaceae y Burseraceae. Los contenidos de proteína oscilan entre 8.00 hasta 23.94% para el caso de las leguminosas, principalmente en el follaje. Debido a su abundancia, preferencia por el ganado tanto bovino, caprino, ovino, equino y porcino, merece especial atención el capomo *Brosimum alicastrum* Sw, el cual es consumido en forma fresca, hojas secas y frutos en diferentes épocas del año, asimismo especies también importantes son la parota *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq)

Griseb y *Hura polyandra* Baill, las cuales representan una fuente valiosa de alimentación durante la época seca, el contenido de proteína cruda y materia seca de estas tres especies se indican en el cuadro 1, donde destaca las hojas frescas del ramón con un contenido de proteína de 17.96%, seguida por el fruto de la parota con 15.49%; con altos contenidos de materia seca en todas las especies, destaca el fruto del *B. alicastrum* con menor contenido de fibra (7.30%).

Cuadro 1. Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC) de tres especies arbóreas

Especie	MS%	PC%	FC%
<i>B. alicastrum</i> (Hoja fresca)	95.89	17.96	18.30
<i>B. alicastrum</i> (Hoja seca)	97.10	8.12	14.94
<i>B. alicastrum</i> (Fruto)	96.31	9.68	7.30
<i>E. cyclocarpum</i> (Fruto)	95.54	15.49	12.00
<i>H. polyandra</i> (Hoja seca)	92.45	8.00	15.66

**Conclusión:** De acuerdo a los resultados parciales podemos concluir que existe un gran número de especies forrajeras en el área. Las especies del ramón *B. alicastrum* Sw, parota *E. cyclocarpum* (Jacq) Griseb y habillo *H. polyandra* Baill, por su abundancia, disponibilidad y calidad nutritiva representan un recurso valioso de alimento durante la época seca para la ganadería y fauna silvestre.

### Literatura citada:

- Araya, J; Benavides, J; Arias, R y Ruiz, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. Copilados de Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Vol. 1 CATIE. Costa Rica pp 31-64.
- Baumer, M. 1992. Trees as browse and to support animal production. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. FAO Animal production and health paper. Edit. By Andrew Speedy and Pierre-Luc Pugliese. pp 1-10.
- Crespo, G; Arteaga, O; Hernández, Y y Rodríguez, I. 1995. Mantenimiento de la fertilidad de los suelos ganaderos sin la participación de los fertilizantes químicos.

XXX Aniversario del Instituto Ciencia Animal. Seminario científico internacional. La Habana, Cuba. pp. 50-54.

García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 4ta. Edición. México. 318p.

Gallegos, R.A; Abundio, R. E; Morales, R. E y Hernández, A. E. 2001. Valor de importancia de las especies arbóreas en un bosque tropical de la costa de Jalisco 161-162

<sup>1</sup> Dpto. de Producción Forestal. UdeG. Correo: rmm32103@ucba.udg.mx



## SISTEMAS AGROFORESTALES DE TIPO SILVOPASTORIL INTEGRANDO GANADERÍA DIVERSIFICADA

JOSÉ DE JESÚS AVENDAÑO  
HORACIO VILLALÓN MENDOZA BEATRIZ RODRÍGUEZ TRISTÁN

Fac. Ciencias Forestales, U. A. N. L., [j\\_ave@hotmail.com](mailto:j_ave@hotmail.com), [hvillalonm@yahoo.com.mx](mailto:hvillalonm@yahoo.com.mx)

### INTRODUCCIÓN

Los diversos sistemas agroforestales (SAF) que se utilizan actualmente a nivel mundial, están cobrando gran auge debido a su diversificación, grado de producción, así también por su exitosa integración en los sistemas regionales. Dietrich (1989).

La ganadería diversificada por su parte es un término aplicado a aquellos predios en los cuales se desarrolla alguna otra actividad a la par de la ganadería y de la cual se obtienen beneficios; los que pueden ser directa o indirectamente de los recursos naturales presentes en el área.

### OBJETIVO

Por lo tanto el presente trabajo tiene como objetivo conocer las diferentes actividades desarrolladas dentro de una ganadería diversificada, con énfasis en la actividad cinegética siendo esta la principal actividad de diversificación desarrollada y ejemplificada en los SAF del tipo silvopastoriles del noreste de México.

### METODOLOGÍA

Tomando en cuenta la definición de la ganadería diversificada, como un término aplicado a aquellos predios en los cuales se desarrolla la ganadería y a la par de éste se efectúa otra actividad de la cual se obtienen beneficios; los cuales pueden ser directa o indirectamente de los recursos naturales presentes en el área. Lo anterior conllevó a considerar que este concepto no puede aplicarse a algunas combinaciones de los sistemas agroforestales.

Aunque existan sistemas agroforestales que no desarrollan la actividad pecuaria (sistemas Agro-silvícola y silvo-agrícola), no por eso quedan exentos de desarrollar las mismas actividades que se desarrollan dentro de la ganadería diversificada.

Actividades contempladas dentro de la diversificación

La diversificación ganadera o diversificación productiva dentro de los sistemas agroforestales ha venido a ser un aliciente económico en la mayoría de los casos para la economía de los productores en nuestro país.

En este aspecto la diversificación va a depender de lo que el productor desee o pueda aprovechar, existiendo una amplia gama de bienes y servicios los cuales se pueden desarrollar en estos predios, como ejemplos se pueden mencionar los siguientes:

- Aprovechamiento del paisaje y de las áreas verdes
- Aprovechamiento de especies vegetales
- Aprovechamiento de la Fauna

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación de la fauna silvestre cuando forma parte de un SAF de tipo silvopastoril.

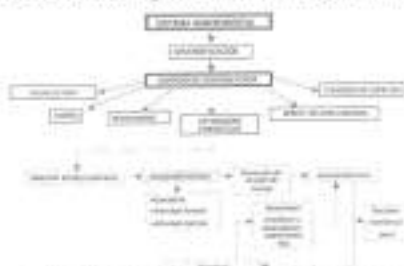
Como la fauna silvestre es uno de los componentes de mayor importancia en la diversificación ganadera hay que considerar varios factores tanto positivos como negativos de este recurso en relación a los sistemas agroforestales. Al no considerar el recurso faunístico en la planeación de un sistema agroforestal este puede tener un impacto tanto positivo como negativo. Lo anterior lo reporta Allan (1994) en los Estados Unidos, donde la actividad agrícola beneficia a especies como el faisán de collar (*Phasianus colchicus*), conejos (*Sylvilagus spp.*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y perjudica a otras especies como el gorrón de los llanos (*Ammodramus sibirianus*), al gorrón de Baird (*A. bairdi*) y al chorlito de las montañas (*Charadrius montanus*). Las relaciones entre la fauna silvestre y los sistemas agroforestales existentes en nuestro país son complejas de explicar e incluso, al momento de realizar un aprovechamiento de estos recursos debe de acoplarse un modelo para cada caso en particular debido a la variedad de sistemas productivos que hay en el país y la riqueza faunística con la que se cuenta.

Se encontró que el aprovechamiento cinegético puede también ser la actividad de mayor desarrollo dentro de la diversificación utilizando SAF.

Por otro lado se estima que en México existe una población de 30,000 cazadores registrados. Estimándose que la cacería

ilegal y de subsistencia se realiza aproximadamente el doble o el triple, siendo las especies cobradas, diferentes a las del primer grupo destacando el jabalí, armadillo, lepezcuente, ranas, tortugas, temazate, mono, iguana, conejo, lapir, hocofalsán, ilacuache, coati, martucha, zorritos y diversas especies de aves (INE, 2000).

Diagrama general de un proceso de diversificación dirigido hacia la actividad cinegética en un sistema agroforestal.



La caza de ungulados dentro de los sistemas silvopastoriles en el noreste de México.

La integración del aprovechamiento de la fauna silvestre en los sistemas agroforestales en México ha sido poco documentada, de ahí que la única manera de evaluar la relación fauna silvestre-agroforestería es enfocándose en los tipos de vegetación que sirven como núcleo de un sistema agroforestal/silvopastoril (Dietrich, 1989). La composición y producción de la vegetación del ecosistema es de vital importancia para los ungulados silvestres, por ello, se ha concentrado la atención en el aprovechamiento cinegético de estas especies a la par con el desarrollo pecuario. Dietrich (1989) señala que entre la fauna silvestre y un sistema agroforestal/silvopastoril existen dos relaciones fundamentales: plantas-herbívoro silvestre, y la relación ganado-fauna silvestre y

Ganado-depredador que deben considerarse. Aunado a lo anterior menciona ciertas pautas a seguir al momento de integrar a la fauna silvestre como un componente productivo en un sistema agroforestal/silvopastoril.

### LITERATURA CITADA

- Allen, A. W. 1994. Agroforestry and Wildlife: Opportunities and Alternatives. In Agroforestry and Sustainable Systems: Symposium Proceedings. Fort Collins, Colorado, USA. 67-73 pp.
- Dietrich, J. P. 1989. Importancia ecológica y económica de la fauna silvestre en sistemas agroforestales, con especial énfasis en ungulados en Simposio Agroforestal en México, sistemas y métodos de uso múltiple del suelo. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Memorias, tomo I.

INE/SEMARNAT. <http://www.ine.gob.mx/dgva/index.html>

Listado de las principales especies cinegéticas presentes en los principales tipos de ecosistemas de México. (No se incluyen mustelidos y procyonidos existentes en el país).

Tipo de Área	Especies de aves	Especies de mamíferos
<b>Desértico y semi-desértico</b>	Codorniz sacramento ( <i>Coturnix coturnix</i> ) Codorniz de gambel ( <i>Lophortyx gambelii</i> ) Paloma trillista ( <i>Zenaidura macroura</i> ) Paloma de alas blancas ( <i>Zenaidura macroura</i> )	Tuzacuzco ( <i>Onychomys leucogaster</i> ) Armadillo ( <i>Dasypus novemcinctus</i> ) Liebres y conejos (varias especies) Coyote ( <i>Canis latrans</i> ) Zorra gris ( <i>Urocyon cinereoargenteus</i> ) Puma ( <i>Puma concolor</i> ) Gato montés ( <i>Lynx baileyi</i> ) Jabalí de collar ( <i>Pecari tajacu</i> ) Venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus</i> ) Venado bura ( <i>Odocoileus hemionus</i> ) Burmudo ( <i>Antilocapra americana</i> ) <sup>*</sup> Borrego cimarrón ( <i>Ovis montanus</i> ) <sup>*</sup>
<b>Templado</b>	Chachalaca ( <i>Cathartes aura</i> ) Codorniz de Douglas ( <i>Lophortyx douglasii</i> ) Codorniz latada ( <i>Phalaropus lobatus</i> ) Codorniz sacramento ( <i>Coturnix coturnix</i> ) Guajolote silvestre ( <i>Melospiza gambelii</i> ) Paloma de collar ( <i>Columba farrus</i> ) Paloma trillista ( <i>Zenaidura macroura</i> ) Paloma de alas blancas ( <i>Zenaidura macroura</i> )	Tuzacuzco ( <i>Onychomys leucogaster</i> ) Armadillo ( <i>Dasypus novemcinctus</i> ) Liebres y conejos (varias especies) Coyote ( <i>Canis latrans</i> ) Zorra gris ( <i>Urocyon cinereoargenteus</i> ) Puma ( <i>Puma concolor</i> ) Gato montés ( <i>Lynx baileyi</i> ) Oso negro ( <i>Ursus americanus</i> ) <sup>*</sup> Jabalí de collar ( <i>Pecari tajacu</i> ) Venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus</i> )
<b>Tropical</b>	Guilera de montaña ( <i>Pharopus major</i> ) Perdiz ( <i>Cryptotis mex</i> ) Perdiz ( <i>C. bonnardi</i> ) Pava cojilte ( <i>Meleagris gallopavo</i> ) Chachalaca ( <i>Cathartes aura</i> ) Pajaro ( <i>Penelopides affinis</i> ) Codorniz ( <i>Coturnix coturnix</i> ) Chivocepo ( <i>Dendrocygna discolor</i> ) Guajolote costado ( <i>Melospiza cinerea</i> ) Paloma de collar ( <i>Columba farrus</i> ) Paloma sacramento ( <i>Columba squamata</i> ) Paloma pigmea ( <i>Columba nigripennis</i> ) Paloma trillista ( <i>Zenaidura macroura</i> ) Paloma costalera ( <i>Coturnix coturnix</i> )	Tuzacuzco ( <i>Onychomys leucogaster</i> ) Armadillo ( <i>Dasypus novemcinctus</i> ) Liebres y conejos (varias especies) Tapacuzco ( <i>Castor canadensis</i> ) Agouti ( <i>Dasyprocta punctata</i> ) Coyote ( <i>Canis latrans</i> ) Zorra gris ( <i>Urocyon cinereoargenteus</i> ) Puma ( <i>Puma concolor</i> ) Gato montés ( <i>Lynx baileyi</i> ) Jabalí de collar ( <i>Pecari tajacu</i> ) Jabalí de labios blancos ( <i>Pecari tajacu</i> ) Venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus</i> ) Venado temascal ( <i>Mazama americana</i> ) Tapi ( <i>Tapirus bairdii</i> )

No se mencionan los gansos y patos, así como otros aves acuáticas presentes en lagos costeros y cuerpos de agua interiores.  
\* Especies que existen en el país pero que no se mencionan en este listado.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

BIOMETRIA Y MEDICION FORESTAL

## Acumulación de carbono en la biomasa aérea en una plantación de Bambú en Huatusco, Veracruz

Arturo Costañeda Mendoza, [arturoc@colbos.mx](mailto:arturoc@colbos.mx); Jesús Vargas Hernández, Juan Ignacio Valdez Hernández, Armando Gómez Guerrero, [agomezg@colbos.mx](mailto:agomezg@colbos.mx), Humberto Vaquera Huerta, Colegio de Postgraduados

### Introducción

Las concentraciones crecientes de CO<sub>2</sub> atmosférico han promovido la búsqueda de prácticas para abatir las emisiones de gases de efecto invernadero. La principal causa de las emisiones de CO<sub>2</sub> en ecosistemas naturales no manejados es la deforestación, por lo que se considera al establecimiento de plantaciones forestales una práctica importante para la captura de CO<sub>2</sub> atmosférico.

En la región central de Veracruz, existen productores que han establecido plantaciones de bambú (*Bambusa oldhamii*) con el propósito de recuperar terrenos deforestados y obtener productos forestales, manteniendo al mismo tiempo una cobertura forestal permanente para proteger el suelo. Además estos beneficios, las plantaciones de bambú funcionan como sistemas captadores de carbono. Los productores están interesados en evaluar la productividad de estas plantaciones para considerar la posibilidad de obtener ingresos adicionales a través de la venta de créditos de carbono.

En este trabajo se desarrollaron ecuaciones de biomasa para evaluar el potencial de plantaciones de bambú en la captura de carbono.

### Objetivos

- Desarrollar ecuaciones de estimación de biomasa aérea total en una plantación de *Bambusa oldhamii* en Huatusco, Veracruz.
- Cuantificar la producción de biomasa aérea en la plantación.

### Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en una plantación de *Bambusa oldhamii* ubicada en el municipio de Huatusco, Veracruz. El sitio presenta un clima de semicálido (A) C (m) b (f) g), con una temperatura media anual de 19 °C y una precipitación de 1746 mm a 1320 mm. La plantación se estableció en 1995 a una densidad de 380 plantas por hectárea

(4.5 X 6 m) en una ladera abandonada usada anteriormente como potrero. Después de siete años, se realizó una caracterización de la plantación, para conocer la estructura diamétrica. Se llevó a cabo un muestreo destructivo de 92 culmos (tallos) representando las cuatro últimas generaciones (1, 2, 3 y 4 años de edad) en la plantación. Se midió la biomasa por componentes (tallo, ramas y follaje), diámetro normal y altura total. En campo se determinó el peso fresco y posteriormente los datos se ajustaron por humedad a partir de submuestras llevadas a laboratorio para su secado.

Con los datos de medición de culmos se elaboraron ecuaciones alométricas para la estimación del contenido de biomasa aérea total y por componentes (tallo, ramas y follaje) a partir del diámetro normal. El modelo para estimar biomasa fue  $Y = a X^b$ ; donde: Y = biomasa; X = diámetro normal y a, b = constantes de ajuste. Para estimar los parámetros a y b se hizo una transformación logarítmica de las variables originales.

### Resultados y discusión

El diámetro medio por generación fue de 6.2, 6.6, 7.5 y 8.1, para las edades 4, 3, 2, y 1, respectivamente. El número de culmos (tallos) por planta (macillo) fue de 4.2, 8.4, 10 y 12.6, también respectivamente. Los parámetros estimados para las ecuaciones de biomasa aérea total se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Valores del modelo linealizado.

Edad	r <sup>2</sup>	A	b
4	0.87	6.022	1.644
3	0.95	5.071	2.237
2	0.75	5.676	1.879
1	0.66	7.018	1.156

Al utilizar la variable altura dentro del modelo, se obtuvieron valores de r<sup>2</sup> más altos (0.1 a 0.2). Sin embargo se decidió no utilizar esta variable en el modelo debido a la dificultad práctica para realizar la medición de altura en campo. La biomasa aérea total calculada fue de 110 Mg ha<sup>-1</sup>. Asumió una concentración de

carbono del 50 % en tejido vegetal, la cantidad de carbono retenida en la parte aérea de la plantación es de 55 Mg ha<sup>-1</sup>. Considerando que la plantación tiene una edad de siete años, la acumulación media de carbono de la plantación es de 7.9 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Para la especie estudiada, trabajos en China (su lugar de origen) han reportado una biomasa aérea de hasta 134 Mg ha<sup>-1</sup>, lo que indica que la plantación bajo estudio desarrolló valores de biomasa satisfactorios.

Se observó que a medida que los culmos envejecen disminuye la proporción de biomasa en el tallo, debido al desarrollo de ramas y follaje. El tallo representó un 89.2 % en la edad 1 y 76.9 % en la edad 4; el follaje un 12 % en la edad 1 y 14.8 % en la edad 4. En general el uso de madera para propósitos de construcción tiene una vida útil de 60 años, lo que implica que de los 55 Mg de carbono acumulado, 44 son potencialmente transferidos a una reserva con 60 años de periodo medio de residencia.

A pesar de que las especies de bambú no presentan crecimiento secundario, es posible observar el incremento en biomasa de un año a otro, pues como se ha reportado en estudios realizados en otros países (Hunter and Junqi, 2002). En general, los culmos nuevos presentaron menor biomasa que los de años anteriores, debido que en la medida que envejece el bambú sus tallos se lignifican y desarrollan mayor cantidad de ramas y follaje. Sin embargo, lo anterior no ocurrió para la generación 4 (4 años de edad), que presentó valores de biomasa inferiores a los esperados, debido a que los culmos recibieron la sombra de los culmos más jóvenes que tienen mayor altura.

### Conclusiones

Se construyeron ecuaciones alométricas sencillas (de una sola variable) para estimar la biomasa de bambú. Las plantaciones de bambú son una alternativa potencial para la captura de carbono en el trópico mexicano. Aunque el bambú no se ha considerado formalmente como una especie para el establecimiento de plantaciones forestales, es conveniente promover la investigación en este grupo de especies en México, tanto para la obtención de productos como para fines de servicios ambientales.

### Referencias Bibliográficas

- Hunter, L. R. and W. Junqi. 2002. Bamboo biomass. INBAR Working paper, International Network of Bamboo and Rattan.
- Kleinherz V and D. J. Midmore. 2001. Aspects of Bamboo Agronomy. *Advances in Agronomy* 74:99-151.
- Yiming L., L. Peng, and W. Wannzhang. 1998. Studies on dynamics of carbon and nitrogen elements in *Dendrocalamopsis oldhamii* forest. *Journal of Bamboo Research* 17(4):25-30.

### Agradecimientos

Se agradece al equipo técnico de Bombover A. C. y al Sr. Rafael Guilaumín Fontana las facilidades y el apoyo otorgado para la realización del trabajo de investigación.

A la Comisión Nacional Forestal por el financiamiento a través del proyecto CONAFOR-2002-C01-0541 dentro del Fondo Sectorial para la Investigación Forestal.

Oscar Aguirre<sup>1</sup>, Javier Jiménez<sup>1</sup>, Klaus von Gadow<sup>2</sup>, Gangying Hul<sup>2</sup>

**Introducción.** En esta investigación se presenta un análisis de la estructura espacial y diversidad de ecosistemas forestales mixtos irregulares, con presencia de los géneros *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Cupressus*, *Quercus* y *Pinus*. El objetivo del trabajo fue desarrollar una descripción cuantitativa de la estructura espacial de los ecosistemas, empleando nuevos parámetros de diversidad espacial, así como presentar un método para el análisis comparativo de los tres sitios objeto de estudio.

**Metodología.** La investigación se desarrolló en el Valle de Santa Bárbara, en la región de El Salto, Durango. Se establecieron tres parcelas de muestreo de 1 hectárea cada una, denominadas Chichimoco, Fabián y Coa, en las que se obtuvieron las características dimensionales de la totalidad de los árboles, así como su localización mediante coordenadas. El análisis de la estructura se realizó empleando nuevos métodos para la descripción de estructuras forestales complejas de manera sencilla. Las variables empleadas fueron las siguientes: Índice de agregación  $W_i$ :

$$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j \quad 0 \leq W_i \leq 1$$

$$\text{con } v_j = \begin{cases} 1, & d_j = d_0 \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

\*Trabajo financiado por el CONACYT, Proyectos 41181-2 y 37415-11.  
<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León,  
 Trunka für Waldinventur und Waldwachstum, Georg-August-Universität Göttingen.

Índice de mezcla de especies  $M_i$ :

$$M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j \quad 0 \leq M_i \leq 1$$

$$\text{con } v_j = \begin{cases} 1, & \text{vecino } j \text{ pertenece a la misma} \\ & \text{especie del árbol de referencia } i \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Índice de dominancia  $U_i$ :

$$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j \quad 0 \leq U_i \leq 1$$

$$\text{con } v_j = \begin{cases} 1, & \text{vecino } j \text{ es de menor dimensión} \\ & \text{que el árbol de referencia } i \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Para cuantificar las diferencias entre las parcelas se emplearon las variables siguientes:

Discrepancia entre las distribuciones diamétricas

$$rDD = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |D_{1i} - D_{2i}|$$

$D_{1i}$  = frecuencia relativa de la  $i$ -ésima categoría diamétrica en la población 1

$D_{2i}$  = frecuencia relativa de la  $i$ -ésima categoría diamétrica en la población 2

$n$  = número de categorías diamétricas

En forma análoga se desarrolló la variable para la discrepancia relativa de las distribuciones del índice de ángulos.

**Resultados.** Las distribuciones del índice de agregación  $W_i$  difieren en los tres sitios en valores medios, siendo 0.504, 0.528 y 0.515 para Chichimoco, Fabián y Coa respectivamente. La distribución del índice de mezcla de especies para *Picea chihuahuana* en la

parcela Chichimoco (Fig. 1) muestra que esta especie ocurre rodeada por 3 o 4 vecinos que pertenecen a una especie distinta. En contraste, *Cupressus lindleyi* presenta una gran variedad de tipos de mezcla, desde grupos puros (cerca de

10%), hasta grupos donde ningún vecino es de esta especie (aprox. 10%). *Abies durangensis* no conforma grupos puros y ocurre más frecuentemente rodeado de árboles de otras especies.

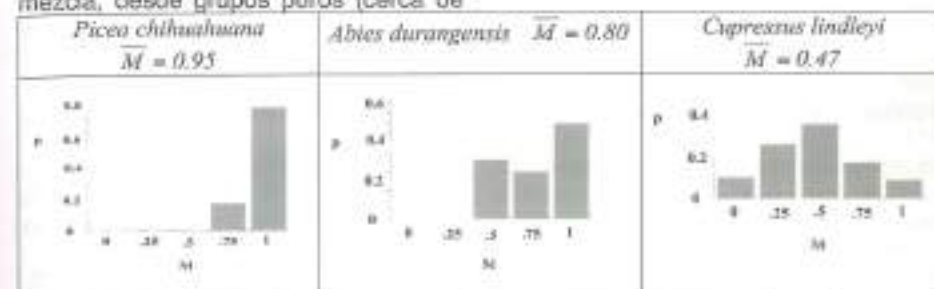


Fig. 1. Distribución del índice de mezcla de especies para tres especies en la parcela Chichimoco

De acuerdo con el índice de dominancia  $U_i$ , la distribución de *Cupressus lindleyi* muestra una desviación a la izquierda, lo que denota que la mayoría de los árboles de referencia están rodeados de vecinos de mayores dimensiones. Una interpretación similar puede hacerse para *Abies durangensis* mientras que *Pseudotsuga menziesii* es una especie más dominante.

Las diferencias entre las distribuciones diamétricas de las tres parcelas son relativamente pequeñas al comparar Fabián con Coa, pero mucho mayores entre Chichimoco y las otras dos parcelas. La discrepancia relativa en el índice de agregación  $W_i$  entre las tres parcelas denota diferencias entre Chichimoco y las dos restantes, pero no entre éstas.

**Discusión.** Para la evaluación de atributos espaciales no es necesario medir las distancias entre árboles o establecer sus coordenadas. Las características espaciales pueden establecerse a partir de la evaluación de la vecindad inmediata de un número dado de árboles de referencia.

Análisis de la productividad de un bosque de coníferas en el sureste de Coahuila, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Dorian de Jesús Pimienta de la Torre<sup>1</sup>  
Luis Morales Quiñones<sup>2</sup>  
Eduardo J. Treviño Garza<sup>3</sup>  
Oscar Aguirre Calderón<sup>3</sup>

RESUMEN

Introducción

La necesidad de conjuntar herramientas de trabajo que respondan a la necesidad de buscar mejores alternativas de manejo forestal, donde se aproveche mejor la capacidad productiva de los terrenos forestales, hace indispensable conocer la productividad y poner en práctica alternativas para determinar el potencial de los suelos forestales (Arteaga, 1988). El reconocimiento de la capacidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramienta de análisis adquiere cotidianamente mayor importancia en México, el uso de los SIG en el campo del manejo de los recursos naturales es de gran utilidad para los manejadores del bosque, ya que permiten la integración de varios tipos de datos geográficos y de atributos.

Objetivo general

Establecer criterios para determinar las características estructurales de un bosque de coníferas en el sureste de Coahuila, considerando variables que pueden ser analizadas mediante los SIG en la planeación del manejo forestal.

<sup>1</sup> Estudiante de posgrado, Facultad de Ciencias Forestales UANL. [dpimienta@hotmail.com](mailto:dpimienta@hotmail.com)  
<sup>2</sup> Departamento Forestal UAAAN.  
<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Forestales UANL.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el predio "El Pilar" ubicado en la Sierra de las Alazanas, municipio de Arteaga, Coahuila. El área se ubica entre los paralelos 25° 15' 12" y 25° 16' 55" de latitud norte y los meridianos 100° 29' 12" y 100° 30' 46" de longitud oeste (CETENAL, 1975).

Se elaboró una ortofoto digital, utilizando el programa Integrated Land and Water Information System (ILWIS), el procedimiento consistió en digitalizar la fotografía aérea del área de estudio a una resolución de 300 píxeles e importada al programa ILWIS para eliminar los errores en las fotografías aéreas. Se obtuvieron 10 puntos control de un mapa topográfico distribuidos en las áreas de sobreposición de la fotografía aérea para el control de la ortofoto y posteriormente georeferenciadas por la opción Georef ortho photo, este método utiliza la información de un modelo digital de elevación (MDE).

Obtenida la ortofoto digital se exportó al SIG ArcView 3.2 en donde se procedió a rodallar en pantalla el área de estudio y elaborar una clave de interpretación de cobertura realizando un análisis preliminar seleccionando patrones de cobertura sobre las zonas de los rodales en cuadros de 10,000m<sup>2</sup> tomando en cuenta la tonalidad y textura y la elaboración de un mapa de

exposiciones en grados utilizando el SIG IDRISI 3.2 para ver en que exposición se presenta en mayor abundancia cada una de las especies.

Resultados y discusión

En el proceso de las fotografías aéreas se obtuvo como resultado una ortofoto digital (Fig.7).



Figura 7. Ortofoto digital del área correspondiente al predio "El Pilar".

Como producto de la fotointerpretación se obtuvieron 13 rodales, y la composición florística del predio la cual está compuesto principalmente por 4 especies arbóreas dominantes como *Abies vejarii*, *Pinus rudis*, *P. Ayacahuite* y *Pseudotsuga flahaultii* respectivamente, así como la obtención de una clave de fotointerpretación la cual refleja las coberturas del área de estudio.

Considerando los resultados obtenidos por Morales (2003), en la cual realizó una caracterización dasométrica y de productividad del mismo predio se elaboró un mapa de índice de productividad (IP) para cada rodal y con el mapa de exposiciones se determinó en que exposición presenta mayor rango la especie y su respectivo IP.

Conclusiones  
\* La ortofoto digital es una herramienta de gran utilidad en el manejo de los

recursos naturales, ya que a diferencia de las fotografías aéreas, la ortofoto nos permite ubicar de manera exacta la información y realizar los análisis correspondientes.

"El uso de la ortofoto digital permite apreciar con más detalle la información desplegada en pantalla de la computadora, esta permite tener más criterios para realizar la rodalización y estimación de la cobertura. Los resultados obtenidos no requieren de restitución y pueden ser usadas directamente como parte de la base de datos geográficos.

"Con la obtención del mapa de exposiciones se demuestra que los SIG nos facilita el estudio y mejor conocimiento de los recursos ya que es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones.

"En la integración de todos los parámetros del bosque en la base de datos geográficos permite cuantificar las existencias reales del predio y ubicarlos espacialmente.

Revisión de literatura

\*Bosque S., J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. E. RIALP, S.A. España. 441 p.  
\*Bosque, S. J., F.J. Escobar, E. García y M.J. Salado. 1994. Sistemas de Información Geográfica: Práctica con PC Arc-Info e Idrisi. RA-MA Editorial. España. 480 p.  
\*CETENAL. 1975. Carta Topográfica G14C35. San Antonio de las Alazanas, Escala 1:50,000. SPP, México.  
\*INEGI. 2001. Normas técnicas para la elaboración de ortofotos digitales. <http://www.inegi.gob.mx/territorio/espanol/normatividad/ortofotos/ntecnicas.html#m1>  
\* Welch, R., A. and Jordan, T. R. 1996. Digital orthophoto production in the desktop environment. GIM Magazine. Vol. 10, No. 7.

**BIOMASA ÁEREA EN PLANTACIONES COMERCIALES DE HULE (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) EN EL ESTADO DE OAXACA**

Gustavo Enrique Rojo Martínez<sup>2</sup> Jesús Jasso Mata, J. Jesús Vargas Hernández<sup>2</sup>, David Jesús Palma López<sup>2</sup>, Alejandro Velázquez Martínez<sup>1</sup>

**INTRODUCCIÓN.** Las ecuaciones para calcular biomasa son útiles para predecir con bastante exactitud volumen y peso de las especies forestales en función de un número más o menos reducido de parámetros obtenidos de árboles en pie (1). Su disponibilidad, principalmente para especies forestales latifoliadas (3), es muy reducida. Dado que el componente aéreo de las plantaciones de hule constituye uno de los principales almacenes de biomasa, y por tanto de carbono, el objetivo del presente estudio fue conocer la biomasa total y su distribución por cuatro componentes del árbol en el clon IAN-710 de *Hevea brasiliensis*, mediante el uso de ecuaciones alométricas, en la región del Papaloapan en Oaxaca, México.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** El estudio se realizó en plantaciones de hule de 1 a 42 años de edad en la región del Papaloapan, al norte de Oaxaca. La muestra consistió de 28 árboles del clon IAN-710 de *H. brasiliensis* con diámetros a la altura del pecho (DAP) de 10 a 40 cm. Elegidos los árboles de la muestra se midió el DAP con cinta diamétrica. Después de apelarlos se midió su altura total con cinta métrica. Posteriormente se midieron y seccionaron trozas de 2 metros de largo desde la base del tronco hasta el punto de inserción de la copa. En campo se separaron los componentes del árbol: fuste, ramas gruesas (>5 cm de diámetro), ramas delgadas (< 5 cm de diámetro) y hojas. Los componentes se pesaron en fresco con una báscula de 100 a 200 kg (precisión de ± 0.5 kg), para calcular la relación peso seco : peso fresco por componente y biomasa total por árbol (5). Utilizando técnicas de regresión se generaron ecuaciones con el

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, IRENAT Programa Forestal, grojo@colpos.mx; jejama@colpos.mx.  
<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, IRENAT Programa Forestal, grojo@colpos.mx; jejama@colpos.mx.

método de mínimos cuadrados de Proc GLM de SAS (8). Se compararon los modelos logarítmico o exponencial ( $\text{Log } P_i = \beta_0 + \beta_1 \log d_i + \epsilon_i$ ) y de variables combinadas ( $P_i = \beta_0 + \beta_1 d_i^2 h_i + \epsilon_i$ ), donde:  $P_i$  = biomasa total del  $i$ -ésimo árbol;  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , coeficientes de regresión del modelo;  $d_i$  = DAP del  $i$ -ésimo árbol;  $h_i$  = altura total del  $i$ -ésimo árbol;  $\log$  = logaritmo natural; y  $\epsilon_i$  = elementos aleatorios de error no correlacionados, con media 0 y varianza  $\sigma^2$ . El modelo con mejor ajuste de la predicción de biomasa total se consideró acorde al valor de  $F$ , el error estándar, coeficiente de determinación ( $R^2$ ), la distribución homogénea de residuales y el número de variables independientes incluidas en el modelo.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Las ecuaciones para ambos modelos presentan buenos ajustes, sólo que la ecuación logarítmica  $\text{Log } P = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } d$  es la que presentó un mayor coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.986$ ), con el menor CME (0.019), desviación estándar (0.84) y utiliza una sola variable predictor, el diámetro normal, que es fácil de medir en campo.

Cuadro 1. Indicadores de ajuste para los dos modelos de predicción de biomasa del clon IAN-710 de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg.

MODELO	R <sup>2</sup> (%)	Error estándar (%)	CME	F <sub>0.05</sub>
$P = \beta_0 + \beta_1 D^2 H$	85.90	0.0015	0.025	0.0001
$\text{Log } P = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } d$	98.60	0.84	0.019	0.0001

Este tipo de ecuaciones para estimar la biomasa ha proporcionado buenos ajustes en el caso de *H. brasiliensis* pero de clones diferentes al IAN-710. Por ejemplo (2), obtuvieron valores de  $R^2 = 0.97$  en muestras de 17 árboles de los clones RRIM 600 y RRIM 118; sin embargo, en algunos casos hay resultados menos satisfactorios, como es

del clon RRIM 570 donde la ecuación tuvo una  $R^2 < 0.70$ , al emplear el diámetro normal como variable predictor (3).

La ecuación logarítmica  $\text{Log } P = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } d$  permite estimar satisfactoriamente la producción de biomasa aérea total por árbol, lo que se confirma al observar los errores estándar de los estimadores de los parámetros (variación mínima) y la prueba de  $T$ . La prueba de normalidad "W" ( $Pr \geq 0.0001$ ) (Cuadro 2) sugiere una distribución normal de las desviaciones (errores) del modelo (4).

Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza correspondiente a la ecuación que predice la producción de biomasa con base en el diámetro normal

Var. Fuente	DF	Sum. Cuad.	Var. de F	Var. de W	F	P > F
Modelo	1	0.0015	0.0015	0.0015	0.0001	0.9999
Residual	27	0.0001	0.0001	0.0001		
Total	28	0.0016				

Además, los residuales presentan un comportamiento adecuado de los mismos (4), ya que los puntos se distribuyeron aleatoriamente a ambos lados del eje X con valor de cero, sin ninguna tendencia y con varianza homogénea.

**CONCLUSIONES.** Las dos ecuaciones utilizadas para la estimación de la biomasa total tuvieron buenos ajustes, pero la ecuación logarítmica presentó resultados más aceptables y convenientes estadísticamente, además de que usa una sola variable predictor, el diámetro normal, que es fácil de medir en campo; en comparación con la ecuación de variables combinadas, con menores valores estadísticos y dos variables independientes a utilizar.

La ecuación logarítmica seleccionada expresada en forma exponencial como  $\text{Log } P = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } d$ , permite predecir la biomasa total de los árboles del clon IAN-710 de *H. brasiliensis*. El porcentaje del peso seco total encontrado en los árboles permite inferir que las plantaciones de esta especie almacenan una buena cantidad de carbono. Las fórmulas de predicción para producción de biomasa fueron elaboradas particularmente para

Municipios huleeros del Estado de Oaxaca; cualquier uso que se le dé fuera de esta región podría representar sesgos en la información obtenida.

**BIBLIOGRAFÍA.** 1. Castellanos F J, Velázquez M A, Vargas H J, Rodríguez F C, Fierros G A M (1996) Producción de biomasa en un rodal de *Pinus patula* Agociencia 30: 123-128. 2. Chaudhuri D, Vinod K K, Potty S N, Sethuraj M R, Pothen J, Nanja R (1995) Estimation of biomass in *Hevea* clones by regression method: relation between girth and biomass. Indian Journal of Natural Rubber Research 8(2): 113-116. 3. Dey S K, Chaudhuri D, Vinod K K, Pothen J y Sethuraj R M (1996) Estimation of biomass in *Hevea* clones by regression method: relation of girth and biomass for mature trees of clone RRIM 600. Indian Journal of Natural Rubber Res. 9(1):40-43. 4. Draper y Smith (1981) Applied regression analysis. John Wiley and Sons. New York. 709 p. 5. Philip (1994) Measuring trees and forest. 2<sup>nd</sup> edition. CAB International Wallingford, Oxon, UK. 254 p. 6. SAS Institute Inc (1992) System for regression. Cary, NC USA. 210 p.

## CAPTURA DE CARBONO EN LA BIOMASA AEREA DE PLANTACIONES FORESTALES

José Névar<sup>1</sup>, Nicolás González<sup>2</sup>, David Maldonado<sup>3</sup>, José Graciano<sup>3</sup> y V. H. Dale<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Profesor, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, km 145 Carr Nacional, Linares, N.L., México. 87700 (Email: jnavar@ccr.dsi.uanl.mx).

<sup>2</sup>Profesor, Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No 4, Ciudad Industrial, Durango, Dgo. México. <sup>3</sup>Profesores, Instituto Tecnológico Forestal No 1, El Salto., P.N., Durango, México. <sup>4</sup>Investigadora, Environmental Science Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. dalevh@ornl.gov

### INTRODUCCIÓN

La superficie plantada con especies nativas se está expandiendo rápidamente en varias partes de México. En la Sierra Madre Occidental del Estado de Durango, México, para el período de 1993-1998, en promedio se están plantando 5,000 ha con proyectos gubernamentales como Prodefor, Pronare y Proderplan (Semarnap, 1999). Las plantaciones forestales tienen como finalidad revertir la tendencia de degradación de superficies forestales, áreas erosionadas, áreas bajo manejo con falta de regeneración oportuna, áreas incendiadas o plagadas, etc. El potencial de desarrollo de plantaciones es y continuará siendo alto porque en el Estado existen aproximadamente 2.5M ha clasificadas como bosques abiertos, con existencias reales menores a 60 m<sup>3</sup> ha (INEGI, 2000) y por los apoyos internacionales derivados del mercado de bonos de carbono que podrían eventualmente destinarse a estas actividades. A pesar de este panorama que alienta y promueve el establecimiento de plantaciones forestales, no se han desplegado intentos para modelar los servicios ambientales que proveen las plantaciones forestales. En particular, la captura y almacén de carbono son servicios ambientales considerados en diversos protocolos internacionales. Los objetivos de esta investigación fueron (a) ajustar cuatro modelos diferentes para proyectar los almacenamientos de carbono en la biomasa aérea, (b) comparar los modelos con otros modelos desarrollados para captura de carbono y (c) comparar el mejor modelo para las plantaciones

forestales con el modelo CO<sub>2</sub> fix ajustado con la tabla de producción derivada de un modelo de incremento y rendimiento desarrollado para bosques nativos de pino, regulares y uni-específicos de Durango, México.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en plantaciones forestales manejadas por la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No 6, UCODEFO No 6, de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. Veinte y cinco plantaciones de diferente edad de los ejidos 'La Campana', 'San Pablo', 'La Ciudad', 'Los Bancos', 'La Victoria', fueron muestreadas. Los ejidos se localizan en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, con coordenadas 105°36'19"W y 105°51'48"W y 24°19'05"N y 24°30'16"N, con altitudes desde los 2000 a los 2900 metros sobre el nivel del mar. El área se caracteriza por ser frío templado, con precipitación y temperatura promedio anual de 900 mm y 15OC, respectivamente.

### Modelos Desarrollados

**Modelo 1.** El modelo (1) describe la tasa de captura de carbono en la biomasa aérea con variables al nivel del rodal. Su filosofía se basa en proyectar el área basal y el volumen en tiempo con ponderaciones por productividad y se basa en la teoría desarrollada por Clutter (1963) y Clutter y otros (1983). **Modelo 2.** El modelo (2) es un híbrido entre el nivel del rodal y de árboles

individuales y estima el carbono en la biomasa aérea por proyectar el crecimiento de en diámetro y altura de cada árbol individualmente, cuyos datos alimentan a la ecuación de volumen fustal. Los datos del volumen fustal sirven de entrada para predecir la biomasa fustal y con este finalmente la biomasa de copas. Por falta de datos de mortalidad dada por la competencia, en estas plantaciones de tan corta edad, la densidad residual se proyecta en función de la densidad inicial, el tiempo y el índice de sitio.

**Modelo 3.** El modelo (3) usa un procedimiento similar al modelo de Clutter (1963) y Clutter y otros (1983). La diferencia es que el modelo (3) predice directamente la densidad del carbono en la biomasa aérea, en lugar de estimar primero el volumen como se hace en los procedimientos convencionales. La proyección del área basal también se modifica con la inclusión de la variable índice de sitio.

**Modelo 4.** El modelo (4) define el crecimiento en diámetro y altura de cada árbol con sus propias dimensiones presentes a través del modelo de Chapman-Richardis. Estos datos alimentan a la ecuación de biomasa total aérea para cada árbol. La biomasa se transforma a carbono con el factor adimensional y la suma del carbono de cada árbol resulta en el carbono presente en biomasa aérea al nivel de la parcela.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo (3) predice con mayor precisión el carbono de las plantaciones forestales como se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticas de ajuste de cinco modelos para proyectar almacenamientos de carbono aéreo en plantaciones forestales de Durango, México.

Estadísticas de ajuste	Modelos					COEFIX
	1	2	3	4	5	
R <sup>2</sup>	0.85	0.95	0.92	0.47	0.57	
Sx (Mg C ha <sup>-1</sup> )	6.3	14.7	4.6	13.2	9.9	
CV (%)	25	32	19	35	42	
Sesgo (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Total	38	-8	-2	125	-130
	Promedio	1.6	-0.3	-0.1	5.4	-5.6

El modelo (3) produce estimación de carbono en vegetación aérea comparable con el modelo de incremento y rendimiento desarrollado por Aguirre-Bravo (1987) para bosques regulares,

uni-específicos y sobre-densos de *P. cooperi* de la región del Salto, Durango (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparaciones de almacenamientos de carbono en plantaciones forestales y bosques nativos de coníferas regulares y uni-específicos de Durango, México.

Tiempo (años)	Volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		Carbono (Mg C ha <sup>-1</sup> )	
	T=20 a	T=40 a	T=20 a	T=40 a
Modelo (3) SI-Bm	15.0	36.0	32.0	64.5
Aguirre-Bravo (1987) SI-Bm(1)	7.20	18.1	16.2	38.1
Aguirre-Bravo (1987) SI-Bm(2)	14.4	37.9	29.3	71.3

Los almacenes de carbono proyectados en tiempo para bosques con densidades bajas, usando el modelo de Aguirre-Bravo (1987), son en general el 50% del carbono almacenado por las plantaciones forestales. Por esta razón, el manejo de la densidad de los bosques nativos y de las plantaciones juega un papel fundamental en el aprovechamiento del sitio, la optimización de la captura de carbono y su transferencia hacia el suelo y productos forestales. El modelo (3) está siendo revisado para dictar las estrategias de densidad necesarias para el manejo silvícola de las plantaciones tendiente a optimizar la captura de carbono.

## CONSIDERACIONES DE ESCALA EN LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO

Manuel de J. González Guillén, Robert J. Lillholm, Lori M. Hunter<sup>3</sup>, Richard Toth<sup>4</sup>, Thomas C. Edwards, Jr.<sup>5</sup>, Matt Stevenson<sup>6</sup>

### 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la escala espacial, temporal y humana en estudios a nivel paisaje ha sido reconocida por diferentes disciplinas ecológicas y sociales en las últimas décadas. Lo anterior, debido a que la estructura, función y dinámica del paisaje es dependiente de la escala (Turner 1989).

Debido a que algunos fenómenos observados (por ej., los cambios de uso del suelo) a una escala pueden no existir a otras, resulta importante conocer la relación entre los procesos y sus probables impactos ambientales y socioeconómicos a diferentes escalas. Reconocer los efectos de escala representa también un paso importante cuando se analiza el impacto de futuros escenarios sobre sistemas biológicos y socioeconómicos. Tal información es esencial para desarrollar políticas efectivas de aprovechamiento y planificación de los recursos.

En este contexto, la presente investigación pretende analizar los efectos de escala espacial y temporal en el proceso de cambios de uso de la tierra causado por el desarrollo en el Desierto de Mojave de California, cuya región experimenta cambios socioeconómicos acelerados que impactan sus componentes biológicos y ambientales.

### 2. OBJETIVOS

(1) Construir modelos de probabilidad de desarrollo a niveles municipal y regional en el Desierto de Mojave de California; y

(2) Usar tales modelos para analizar los efectos de escala sobre características biológicas, de infraestructura y patrones de desarrollo a niveles municipal y de la región de estudio.

Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México (manuelg@colpos.mx)

2, 4, 5 Forest Resources Department and USGS and Department of Fisheries and Wildlife, Utah State University, Logan, UT.

3 Department of Sociology, University of Colorado, Boulder, CO.

6 Comm in Space, Seattle, Washington.

### 3. MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Desierto de Mojave de California que cubre un área de 7.4 millones de ha., de las cuales el 77% (5.67 mil. ha.) es pública y el 21% (1.54 mil. ha.) privada. Este estudio analizó el cambio de uso del suelo únicamente en las tierras privadas ya que las tierras públicas en la región son comúnmente indisponibles para el desarrollo, el cual se presenta en la región en forma residencial acompañado de un crecimiento en los sectores manufacturero, comercial, industrial, servicios e infraestructura asociada.

El área de estudio está dividida en porciones de cinco municipios (i.e., San Bernardino, Los Angeles, Kern, Inyo, y Riverside) e incluye 31 pueblos y ciudades, cuya población terda en el 2000 (680,711 hab.), se estima aumentará al doble en los próximos 20 años.

La investigación incluyó las etapas siguientes:

#### 1. Construcción de modelos probabilísticos de desarrollo

Se construyó un modelo de probabilidad de desarrollo a nivel región (1.54 mil. ha.) y a nivel de porción municipal en el área de estudio (i.e., municipios de San Bernardino, Los Angeles, y Kern). El análisis a nivel de porción municipal no consideró a las porciones de los municipios de Inyo y Riverside debido a que ellos tenían muy pocos habitantes.

En el proceso de construcción de los modelos, el nuevo desarrollo fue obtenido mediante sensores remotos y correlacionados con características biológicas y socioeconómicas de la región durante un período de 20 años.

#### 2. Estimación espacial del desarrollo durante el período 2000-2020

Los modelos construidos a escala regional y porción municipal, aunado a técnicas de SIG, permitieron conocer la distribución espacial de las probabilidades de desarrollo para cada hectárea de terreno privado.

Se estimó el crecimiento poblacional de los próximos 20 años (2000-2020). Las hectáreas con mayores probabilidades fueron pobladas

con los habitantes potenciales a una densidad promedio de 3.6 hab/ha.

#### 3. Comparación de probabilidades predictas de desarrollo futuro a diferentes escalas

Las probabilidades estimadas del desarrollo futuro determinadas con los modelos a nivel de porción municipal se compararon con aquellas obtenidas usando el modelo a nivel de región multimunicipal.

El modelo a nivel de región incluyó los datos agregados de las tres porciones municipales (i.e., San Bernardino, Los Angeles, and Kern Counties) cuya área de terreno privado combinada fue de 1,496,341 ha, en adición a las 45,996 ha localizadas en las porciones municipales de Inyo y Riverside. El propósito de la comparación fue analizar los posibles efectos de escala del proceso de desarrollo en el área de estudio.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indicaron que los patrones de desarrollo bajo los modelos construidos a niveles de región y porción municipal son muy diferentes. Usando modelos a nivel de región para predecir desarrollo a escalas más pequeñas podría permitir pobres predicciones de desarrollo. Contrariamente, usando modelos a nivel municipal a lo largo de una región multimunicipal podría resultar en predicciones no reales. Consecuentemente, el análisis comparativo entre modelos de porciones municipales y modelos a nivel región tiene importantes implicaciones para la planificación del uso de la tierra. Por ejemplo, la proximidad a caminos primarios no fue un predictor significativo del desarrollo para la porción del municipio de Kern. Sin embargo, la misma variable fue significativa en explicar el desarrollo con el modelo a nivel región. Asimismo, el peso o importancia de cada variable explicatoria fue diferente para los modelos construidos a nivel de región y porción municipal. El proceso de desarrollo analizado a grandes escalas permite un entendimiento más completo acerca de los efectos generales y de escala regional a nivel de paisaje. Los modelos a nivel de escala de porción municipal pueden ser útiles en predecir el desarrollo a niveles locales para una municipalidad o condado específico. Para predecir el desarrollo en áreas adyacentes o para otros municipios fuera del área del estudio, otros modelos deben de ser construidos.

Consecuentemente, para evitar problemas tales como la falacia a nivel cruzado

(i.e., cuando las inferencias son hechas a la misma escala de análisis -de un municipio a otro), la falacia ecológica (i.e., hacer inferencias de amplias resoluciones a más pequeñas), y la falacia individualista (i.e., aplicando inferencias de micro niveles a macro niveles) (Bian 1997), el administrador o planificador debería de analizar el proceso de desarrollo a escalas múltiples.

### 5. CONCLUSIONES

Las predicciones del desarrollo obtenidas con los modelos construidos a los niveles de región y porciones municipales resultaron diferentes. Consecuentemente, se sugiere utilizar un enfoque de escala múltiple para entender mejor las diferentes variables que influyen en el proceso de desarrollo a nivel de paisaje.

### 6. LITERATURA CITADA

Bian, L. 1997. Multiscale nature of spatial data in scaling up environmental models. Pages 13-26 in Quattrochi, D.A., and M.F. Goodchild, Editors. Scale in Remote Sensing and GIS. Lewis Publishers, New York.

Turner, M. G. 1989. Landscape ecology: The effect of pattern on process. Annual Review of Ecology and Systematics 20: 171-197.



## CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES DE PINO EN UNA PLANTACIÓN ESTABLECIDA EN SANTIAGO COMALTEPEC, IXTLÁN, OAXACA

Israel Hernández López<sup>1</sup>  
Celestino Flores López<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de las plantaciones forestales es el desconocimiento de la respuesta en crecimiento de las especies (Castellanos *et al.*, 1994). En Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca, se desconoce el crecimiento de las especies que se utilizan para plantaciones forestales en áreas con tratamientos silvícolas: *Pinus patula* Schl. et Cham var. *longipedunculata* Martínez, *Pinus pseudostrabus* Lindl. y *Pinus ayacahuite* Ehr.

El presente estudio tiene como objetivo describir el crecimiento del árbol representativo de las tres especies mencionadas anteriormente establecidas bajo el tratamiento silvícola de selección en grupo, utilizando análisis troncales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el paraje denominado Las Cascadas ubicado dentro del predio comunal de Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca. Sus coordenadas geográficas son: 96° 28' 27" de longitud oeste y 17° 34' 14" de latitud norte (INEGI, 1984).

Para la elección del sitio se llevó a cabo un muestreo selectivo.

Para elegir el árbol representativo del sitio, se midieron todos los diámetros basales y alturas de todos los pino existentes obtuvo un promedio; posteriormente se obtuvieron rodajas a la altura de 0.00 m, 0.30 m y posteriormente a ésta, rodajas a cada 0.50 m. Para cada árbol representativo se realizó el análisis troncal en altura, diámetro y volumen. El volumen se obtuvo por adición de los volúmenes de los tipos dendrométricos que

presenta un árbol (Cailliez, 1980). Se emplearon diez modelos no lineales: Schumacher, Chapman-Richards, Monomolecular, Korf, Sloboda, Von Bertalanffy, Levakovic I, Gompertz, Logístico y Weibull. Con el apoyo del paquete estadístico SAS y utilizando el procedimiento de regresión no lineal (PROC NLIN) se seleccionó el modelo de mejor ajuste de acuerdo al análisis de residuales y la suma de cuadrados del error (SCE).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos que presentaron mejor ajuste para las variables analizadas se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Modelos de crecimiento seleccionados para altura, diámetro y volumen de *P. patula* var. *longipedunculata*, *P. pseudostrabus* y *P. ayacahuite*.

Especie	Altura	diámetro	volumen
<i>P. patula</i> var. <i>longipedunculata</i>	Schumacher SCE=0.129166	Monomolecular SCE=0.908305	Monomolecular SCE=672.9288
<i>P. pseudostrabus</i>	Schumacher SCE=0.037408	Monomolecular SCE=0.720329	Logístico SCE=37278.71
<i>P. ayacahuite</i>	Schumacher SCE=0.000133	Monomolecular SCE=0.215338	Weibull SCE=109327

Suma de cuadrados del error

En la variable altura la especie que presentó mayor crecimiento fue *P. patula* var. *longipedunculata* ya que mostró el incremento total (IT) a los seis años de edad de 3.69 m, con incremento medio anual (IMA) de 0.61 m. *P. pseudostrabus* y *P. ayacahuite* registraron crecimiento lento a la edad de un año, ambas mejoraron entre 2 y 4 años. *P. pseudostrabus* mostró a los seis años el IT de 2.45 m, con IMA en altura de 0.40 m, mostró ligeramente

inferioridad con respecto a *P. ayacahuite* ya que éste último presentó el IT de 2.76 m, con IMA de 0.46 m de altura.

En cuanto al crecimiento en diámetro *P. patula* var. *longipedunculata* presentó mayor crecimiento al resultar con el IT de 8.76 cm, con IMA de 1.16 cm de diámetro. *P. pseudostrabus* y *P. ayacahuite* mostraron la misma tendencia en crecimiento, siendo ligeramente mayor en *P. pseudostrabus* al presentar a la edad final de seis años el IT de 6.4 cm, con IMA en diámetro de 1.07 cm y *P. ayacahuite* resultó con la misma tendencia pero con menor crecimiento al presentar el IT de 5.30 cm, con IMA de 0.89 cm.

El crecimiento en volumen resultó ser superior *P. patula* var. *longipedunculata* (Figura 1) al presentar el IT a los seis años de 6376 cm<sup>3</sup>, con IMA en volumen de 1062 cm<sup>3</sup>, para situarse por encima de *P. pseudostrabus* y *P. ayacahuite*. *P. pseudostrabus* fue la segunda especie que mostró mayor crecimiento al presentar el IT de 2444 cm<sup>3</sup>, con IMA de 407 cm<sup>3</sup> de volumen y *P. ayacahuite* fue la especie que presentó menor crecimiento comparado con las dos especies anteriores, al reportar el IT de 1565 cm<sup>3</sup>, con IMA de 261 cm<sup>3</sup> en volumen.

### CONCLUSIONES

Los modelos de crecimiento empleados en este trabajo presentaron mejores ajustes los modelos schumacher, monomolecular, logístico y weibull.

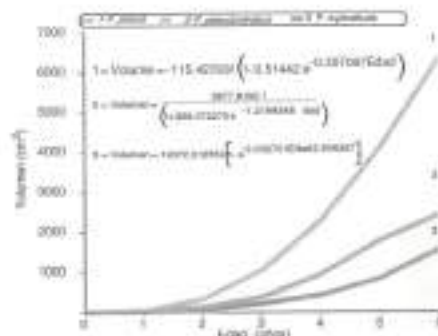


Figura 1. Curva de crecimiento representativo en volumen de una plantación establecida de *Pinus patula* var. *longipedunculata*, *P. pseudostrabus* y *P. ayacahuite* en tratamiento silvícola de selección en grupo.

La especie que presentó mayor crecimiento fue *P. patula* var. *longipedunculata*, seguido por *P. pseudostrabus* y *P. ayacahuite* fue la especie que mostró menor crecimiento. Las tres especies estudiadas presentaron crecimientos ascendentes, esto se debe principalmente a su etapa juvenil.

### LITERATURA CITADA

- Cailliez, F. 1980. Estudio FAO. Montes 22/1. Roma, 92 p.
- Castellanos B., J. F., F. Becerra L., M. Gómez C. y M. Ruiz M. 1994. In: Memoria Simposio y II Reunión Nacional de Silvicultura y Manejo de Recursos Forestales. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México, pp. 52-53.
- INEGI. 1984. Carta de uso de suelo y vegetación. E 14-9. San Juan Quiotepec, Esc. 1: 250, 000. Oaxaca, Oax, México.

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), [heles75@yahoo.com.mx](mailto:heles75@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Departamento Forestal, UAAAN, [celes66@nmdgq.net.mx](mailto:celes66@nmdgq.net.mx)

Crecimiento e Incremento de un Ecosistema Mixto Incoetáneo de Coníferas en el Noreste de México<sup>1</sup>

Oscar Aguirre\*, Javier Jiménez\*, Horst Kramer\*\*

Introducción.

La investigación del crecimiento e incremento de ecosistemas forestales de estructura irregular y diversidad de especies, es condición para la toma de decisiones del manejo de estos recursos bajo criterios de sustentabilidad. En este trabajo se presentan los resultados de una investigación sobre crecimiento e incremento desarrollada en un rodal mixto incoetáneo (14 a 126 años de edad) de 1.24 ha de superficie, constituido por *Abies vejarii*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus hartwegii*, en el Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. El objetivo del trabajo fue generar conocimiento sobre los patrones de desarrollo de las especies en condiciones de mezcla e incoetaneidad.

Metodología.

La información dasométrica se obtuvo de la medición de la totalidad de los árboles del área de estudio. A partir de virutas de incremento obtenidas a 1.3 m de altura, a cada árbol se le determinó la edad y el incremento en diámetro de 10 años, así como el incremento en área basal. Para cada especie se evaluó la relación funcional entre incremento diamétrico y diámetro normal, así como entre incremento en diámetro y edad. Mediante procedimientos de regresión se estimaron asimismo las relaciones funcionales entre incremento en área basal de los árboles ( $I_g$ ) y diámetro, edad, así como diferentes parámetros de copa (área de proyección de copa  $Krs$ ), área superficial de la copa ( $Krm$ ),

$Krm3$ ) y área superficial de copa expuesta a la luz ( $Lkrm$ ).

Resultados.

De las relaciones funcionales entre incremento en área basal y las diferentes variables dendrométricas, las dos especies de pino muestran un mayor incremento en área basal en función del diámetro que *Abies vejarii* y *Pseudotsuga menziesii* (Fig. 1).

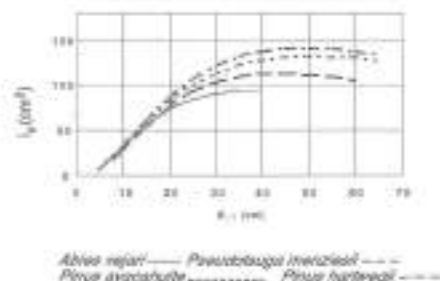


Fig 1: Incremento en área basal de 10 años en función del diámetro

Un patrón de crecimiento similar muestran las especies estudiadas, consecuentemente, al estimar las relaciones funcionales entre incremento en diámetro y el diámetro normal y la edad; ocurriendo una culminación más temprana para *Abies vejarii*.

La relación entre incremento en área basal y características de copa se muestra en la Fig. 2, observándose mayores valores en el caso de los pinos.

<sup>1</sup>Trabajo financiado por el CONACYT, Proyectos 41151-2 y 20919-8. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Trabajo für Waldinventur und Waldwachstum, Georg-August

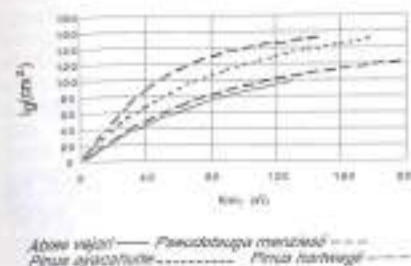


Fig 2: incremento en área basal de 10 años en función del área superficial de la copa

Debido a las muy diferentes formas de copa de las cuatro especies, el incremento relativo en área basal dependiente del área de proyección de copa ( $I_g/Krs$  sobre  $Krs$ ), es muy distinto no sólo en dimensión sino también en el patrón de desarrollo. En contraste a los rodales puros coetáneos y al clásico bosque de selección, el incremento relativo ( $I_g/Krm$ ;  $I_g/Lkrm$ ) para todas las especies en el estrato inferior ( $B$ ,  $h \leq 50\% h_{max}$ ) es equivalente o mayor al del estrato superior ( $A$ ,  $h > 50\% h_{max}$ ).

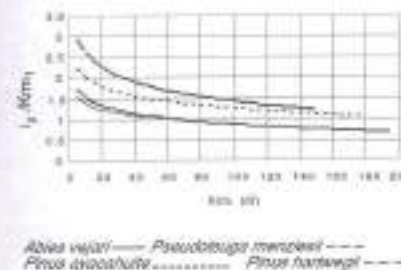


Fig. 3: incremento relativo en área basal de 10 años en función del área superficial de copa.

Discusión y Conclusiones.

En el rodal objeto de *Pinus ayacahuite* y *Pinus hartwegii* muestran un mayor incremento que *Abies vejarii* y *Pseudotsuga menziesii* a igual edad, diámetro normal y características de copa equivalentes (área de proyección de copa y área superficial de copa). El mayor incremento en área basal de los pinos no significa, sin embargo, un mayor incremento volumétrico, dado que en las diferentes zonas de altura su índice de esbeltez ( $h/d$ ) es claramente menor al de *Abies* y *Pseudotsuga*, lo que trae por consecuencia coeficientes morfológicos menores.

## CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE *Lysiloma latissiliquum* L.

Jorge Luis López Torres<sup>1</sup>, Juan Carlos Tamarit-Urias<sup>2</sup>  
Investigadores del INIFAP. <sup>1</sup>Campo Experimental China, Campeche. E-mail: jlopeztorre@yahoo.com, <sup>2</sup>Campo Experimental San Martinito, Puebla. E-mail: cesmar@ccmpu-redes.net.mx

### INTRODUCCIÓN.

Los aprovechamientos forestales en la región sureste de México se han desarrollado en base a las especies preciosas *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, actualmente solo es posible encontrar de 0.5 a 0.2 árboles aprovechables por hectárea de estas especies. Para fundamentar su manejo y conservación, es necesario que los programas de manejo consideren el estado del arbolado, regeneración e incremento de otras especies como aquellas denominadas comunes tropicales. Con base en información de Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS), se determinó que *Lysiloma latissiliquum* L. es la especie más abundante y debido a su importancia económica (se utiliza como durmiente, madera aserrada y para la elaboración de muebles de calidad con buena aceptación en el mercado de exportación) es objeto de diferentes estudios de manejo.

### OBJETIVO.

Analizar el comportamiento del crecimiento en diámetro de la especie *L. latissiliquum* L. en vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en Escárcega, Campeche, México.

### MATERIALES Y METODOS.

El trabajo se desarrolló en el Cam. Exp. El Tormento en Escárcega, Campeche, ubicado entre los paralelos 18° 36" de latitud norte y 90° 48" de longitud oeste, a una altitud de 80 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura y precipitación media anual de 24.1 °C y 1390 mm respectivamente. Los suelos (FAO/UNESCO) son litosoles, rendzinas y vertisoles. La vegetación existente es selva media y baja subperennifolia con predominancia de *Manihara sapota*, *Vitex gaumeri*, *Bucida buceras*, *L. latissiliquum*, entre otras. Los SPIS son de forma cuadrada de 50 x 50

m, ubicados en una fase sucesional de selva mediana subperennifolia, en donde en 1975 se aplicó el sistema R-T-Q; posteriormente fue abandonado; midiéndose en 1982, 1985, 1989, 1992 y 1995. Se utilizó el diámetro (D) de los individuos  $\geq$  a 7.5 cm; medido a 1.30 m del suelo, los datos de D se organizaron en categorías diamétricas (CDIA) de 5 en 5 cm. Se estimó el incremento en diámetro promedio anual (ID) con la fórmula:  $ID = \frac{(D_2 - D_1)}{P}$ , donde: D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> =

D medido al inicio y al final del periodo de medición; P = Periodo de medición. Posteriormente se obtuvieron los estadísticos básicos de ID por CDIA.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se analizaron 671 observaciones en las CDIA de 10 a 30 cm, el incremento medio anual, mínimo y máximo fue de 0.511, 0.003 y 1.655 cm respectivamente. El ID obtenido se encuentra entre el rango que reportó Wadsworth (1952) en Puerto Rico, quien estudió el incremento del diámetro de 28 especies latifoliadas en un bosque de pluvial, concluyendo que los incrementos oscilan de 0.10 a 0.96 cm por año. Por otro lado, en un análisis de incrementos realizado en un periodo de cuatro años para 21 especies forestales de la formación semicaducifolia sobre caliza en la Provincia de Pinar del Río en Cuba, se encontró que el incremento medio oscila entre 0.02 a 0.76 cm (Gra *et al.*, 1991). Estos mismos autores, encontraron que *L. sabicu* presentó incrementos en diámetro mínimo, máximo y medio de 0.20, 0.65 y 0.33 cm; que difieren con los determinados para *L. latissiliquum*, debido a que las condiciones climáticas y edafológicas en cada área como las especies son diferentes. Los resultados obtenidos indican que puede considerarse de crecimiento medio, de acuerdo con Ramos *et al.*, (1986), que estudiaron el comportamiento del bosque en la localidad El Limón, en

Cuba, donde se propuso tres grupos para clasificar a las especies de acuerdo a rangos de incremento promedio en diámetro (Lento de 0.1 a 0.5; Medio de 0.51 a 1.0; y Rápido mayor de 1.0). En el Cuadro 1 se reportan los valores del ID por CDIA, que fluctúan entre 0.483 cm para la categoría de 10 y 0.848 cm para la categoría de 30; con una variación amplia que disminuye según crece la CDIA, debido principalmente a el número de individuos por CDIA, como corresponde a poblaciones naturales.

Cuadro 1. Estadísticos básicos de ID de *L. latissiliquum* en vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

CDIA	Núm. de	Valor (cm)	Des.		
(cm)	Obs.	Mín.	Med.	Máx.	Est.
10	331	0.012	0.483	1.633	0.346
15	242	0.003	0.454	1.625	0.304
20	67	0.096	0.709	1.655	0.394
25	22	0.005	0.825	1.367	0.342
30	9	0.392	0.848	1.233	0.330

Considerando los resultados y la clasificación de incorporación, reserva y aprovechable que corresponden a las CDIA de 10 a 20, de 25 y de más de 35 cm respectivamente; para que los individuos pasen de reserva a aprovechable se pueden presentar los siguientes supuestos: Se requerirá en el mejor de los casos de 7.7 años si se consideran los valores máximos de ID; con los promedio sería de 11.9 años, y con los valores mínimos de 1010.7 años. Este último no es posible ya que los individuos simplemente desaparecerán por supresión. Generalmente los programas de manejo proponen un ciclo de corta entre 20 y 25 años, que son adecuados para *L. latissiliquum*, pero debe considerarse tratamientos silvícolas para liberar los árboles potenciales.

### CONCLUSIONES.

El incremento medio en diámetro para *L. latissiliquum* L. es de 0.511 cm, sin embargo la determinación por CDIA permite mayor precisión para determinar su ciclo de corta, el cual debe ser al menos de 12 años, sin embargo propiciándole tratamientos silvícolas el ciclo pudiese ser acortado a 8 años.

### LITERATURA CITADA.

- Gra, H.; Ramos, L.; Barreras, L. y Álvarez, E. 1991. Incremento en diámetro medio de 21 especies forestales de la formación semicaducifolia sobre caliza en la unidad silvícola Cortés, EFI Guahacabibes, provincia de Pinar del Río. Revista Baracoa 21 (2-3) 49-56.  
Ramos, L., Gra, H., Friol, P. y Barreras, L. 1986. Algunos aspectos dasométricos del bosque semicaducifolio sobre caliza, en el Limón, Guahacabibes, provincia de Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa 16 (1): 45-64.  
Wadsworth, F.H. 1952. Ordenación forestal en las montañas de Luquillo. The Caribbean Forester 13 (3) 120-142

## Crecimiento radial de tres especies arbóreas de una selva subcaducifolia del estado de Colima

José Luis López Ayala<sup>1</sup>, Juan Ignacio Valdez Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Maestría, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, México. Correo electrónico: [losza@colpos.mx](mailto:losza@colpos.mx)

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, México. Correo electrónico: [ignacio@colpos.mx](mailto:ignacio@colpos.mx)

### Introducción

Un aspecto fundamental para realizar un manejo y aprovechamiento adecuado en las selvas es el conocimiento de la dinámica de las especies de interés con su entorno. La composición de especies, estructura de edades, tasa de incremento y mecanismos de crecimiento permitirán una mejor comprensión de los patrones sucesionales en las selvas (Worbes, 1995). En particular, el crecimiento en diámetro de los árboles nos permite obtener el incremento en área basal del árbol y, con base en éste estimar la edad del mismo mediante ecuaciones de predicción (Roig *et al.*, 1992). La información generada es empleada, junto con otros métodos para explicar los procesos de variación en dimensiones radiales y evaluar tasas de producción de madera y en diferentes categorías diamétricas a través del año (Worbes, 1995).

### Objetivo

Determinar la tasa del crecimiento y variación en diámetro de tres especies de árboles comerciales: *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Burseraceae), *Tabebuia donnell-smithii* Rose (Bignoniaceae) y *Cordia alliodora* D.C. (Boraginaceae), en una selva mediana subcaducifolia del estado de Colima.

### Materiales

El estudio se hizo en dos áreas conocidas como "Barcinera" (UTM

555750, 2115000) y "El palmar" (UTM 556250, 2117500) ubicadas en el ejido "La Central, municipio de Manzanillo, Colima. El clima es cálido subhúmedo (Aw0 (w)), precipitación total de 1051.99 mm y temperatura media anual de 26.6° C (García, 1987). El tipo de suelo es Regosol eútrico con Litosol (INEGI, 1990). La vegetación es de selva mediana subcaducifolia (Miranda y Hernández, 1963). Con base en un inventario forestal previo se localizaron 37 árboles muestra: 13 de Cordia, 10 de Bursera y 14 de Tabebuia, distribuidos en cuatro categorías diamétricas: I (7.5 - 12.5 cm), II (12.6 - 17.5 cm), III (17.6 - 35 cm), IV (> 35 cm).

### Métodos

A estos árboles se les adaptaron bandas dendrométricas a la altura del pecho (1.30 m), siguiendo la metodología de Catalino *et al.* (1986), en los cuales se registró cada dos meses y para un año, las variaciones en diámetro. Con esta frecuencia y período se realizaron también mediciones así como observaciones y registro fotográfico de la fenología de las especies. Con el paquete estadístico SAS (SAS, 1999) se efectuó un análisis de varianza para identificar las diferencias en los valores de crecimiento entre fechas de medición por especie y método utilizado. Asimismo, se realizó un análisis de datos categorizados con X2 (Infante, 2000) para detectar la asociación entre

el crecimiento en diámetro y la fenología de las especies.

### Resultados

Los árboles, en general, tuvieron un incremento en diámetro promedio anual de 0.10 mm, con los siguientes resultados por categoría diamétrica: 0.10 mm año-1(I), 0.10 mm año-1(II), 0.08 mm año-1(III), 0.13 mm año-1(IV). Estas especies mostraron diferencias significativas ( $\chi^2=0.05$ , g.l.=12,  $p<0.0001$ ,  $n=168$ ) en el crecimiento en diámetro a lo largo del año, siendo estas más acentuadas entre los meses de octubre y abril. También se detectaron diferencias significativas entre las lecturas tomadas en las bandas y con las cintas ( $\chi^2=0.05$ , g.l.=1,  $p<0.0001$ ,  $n=168$ ). Se encontró una débil asociación positiva entre el crecimiento en diámetro de los árboles y su fenología ( $\chi^2=0.3055$ , g.l.=4,  $p<0.9426$ ,  $n=21$ ) y de estos a su vez con la precipitación durante el periodo de mediciones.

### Discusión

Los cambios en diámetro de los árboles se atribuyen principalmente a dos factores: a) incremento en materia seca por la división celular del cámbium vascular, y b) fluctuaciones causadas por cambios en el estado hídrico del árbol (Kozłowski & Winget, 1964). Las bandas dendrométricas tuvieron una mayor precisión en el registro de los cambios en diámetro que las lecturas con cinta diamétrica, como en otros trabajos realizados en selvas (Pereira da Silva *et al.*, 2002) y bosques templados (Vose & Swank, 1994). La ausencia de precipitación provocó una reducción del diámetro en los árboles pero favoreció la floración y fructificación en éstos, como lo reporta Borchet (1994) en Costa Rica.

### Conclusión

Las bandas dendrométricas mostraron ser una herramienta práctica, para obtener medidas con cierta precisión de los cambios en diámetro de estos árboles tropicales sin causar daños al tronco, los resultados obtenidos proporcionan información básica para un mejor manejo, aprovechamiento y conservación, de estas especies evaluadas en el área de estudio.

### Literatura citada

- Catalino, P. J., C. A. Bacher & L.G. Fuller. 1986. Construction and installation of homemade dendrometer bands. *North. J. Appl. For.* 3: 73-75.
- Borchet R. 1994. Water stress and development of tropical trees during seasonal drought. *Trees* 8: 115-125.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. 4ª edición, México, D.F., México. 217 p.
- INEGI. 1990. Guía para la interpretación de la Climatología, edafología e hidrología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 200 p.
- Infante, S. 2000. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. 2ª edición. Trilce, México. 643 p.
- Kozłowski, T. T. & C. H. Winget. 1964. Diurnal and seasonal variation in radii of tree stems. *Ecology* 45: 149-154.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bot. Soc. Mex.* 29: 26-179.
- Pereira da Silva, R., J. dos Santos, E. Siza T., J.O. Chambers, S. Nakamura & N. Higuchi. 2002. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. *Forest Ecology and Management* 166: 295-301.
- Roig, F. A., J. A. Boninsegna & R. L. Holmes. 1992. Growth rates in diameter, basal area, and height of *Pilgerodendron uliferum*: relationship between growth index and germination. *Trees* 6: 199-203.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT user's guide, release 8.0, SAS Institute Inc., Cary, N.C., U.S.A. 956 p.
- Vose, J. M. & W. T. Swank. 1994. Effects of long-term drought on the hydrology and growth of a white pine plantation in the southern Appalachians. *Forest Ecology and Management* 64: 25-39.
- Worbes, 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees - a review. *IAWA Journal*. 16(4): 337-351.

Dendrocronología, una herramienta para reconstruir escurrimientos superficiales en la vertiente continental del Golfo de California.

Sara C. Díaz Castro<sup>1</sup>, Luis Brito Castillo<sup>1</sup>, César A. Salinas Zavala<sup>1</sup> y Arthur Douglas<sup>2</sup>.

1. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
2. Department of Atmospheric Sciences, Creighton University, Omaha, Nebraska, USA. sdiaz@cibnor.mx, lbrito@cibnor.mx, csalinas@cibnor.mx.

Algunos árboles como las coníferas forman anillos anuales de crecimiento, los cuales van a variar año con año dependiendo de las condiciones ambientales que imperaron durante su formación. Debido a que algunas especies de éstos árboles pueden vivir por varios siglos, el estudio de sus anillos de crecimiento nos puede dar información histórica de variaciones de factores ambientales tales como precipitación, temperatura, incendios, etc., de tiempos en los que no existen registros hechos por el hombre.

La vertiente continental del Golfo de California una región de gran importancia económica para México por que en ella se realizan actividades agrícolas, ganaderas y de pesca costera, es un territorio con condiciones áridas muy vulnerable a las variaciones climáticas. Cuando las lluvias son escasas origina condiciones extremadamente secas, mientras que en años lluviosos se presentan inundaciones que aceleran la erosión del suelo.

Debido a la extrema variabilidad de las lluvias, la predicción de sus tendencias de largo plazo es de gran importancia para un adecuado control del agua.

Ya que los registros oficiales de los escurrimientos superficiales sólo van unas décadas atrás, en el presente estudio se hace una reconstrucción de los escurrimientos superficiales de la vertiente continental del Golfo de

California, basándonos para esto en series dendrocronológicas de Baja California Sur y de la Sierra Madre Occidental, para obtener un mejor conocimiento de las variaciones y tendencias de los escurrimientos, lo que podrá ser utilizado para obtener modelos de predicción más confiables.

Los datos de los escurrimientos de la región se agruparon en dos zonas de acuerdo a los resultados de un análisis de varianza y aplicando un modelo de regresión múltiple con las series dendrocronológicas, se pudo obtener la reconstrucción de los escurrimientos de 1840 a 1992 para la región central y de 1712 a 1993 para la sur. El análisis de Fourier de las series reconstruidas mostró variaciones de baja frecuencia con periodicidades entre 40 y 80 años, lo que sugiere una estrecha relación con variaciones atmosféricas que se presentan en el océano Pacífico (PDO)

DESARROLLO DE UN MODELO POLIMORFICO DE INDICE DE SITIO PARA CINCO ESPECIES DE PINO DE EL SALTO, DURANGO, MÉXICO.

José Javier Corral Rivas<sup>1</sup>, Juan Gabriel Álvarez González<sup>2</sup>, y Klaus von Gadow<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geog-August-Universität Göttingen, Institut für Waldinventur und Waldwachstum, Büsingenweg 5, 37077 Göttingen, Germany <sup>2</sup>Escuela Politécnica Superior de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario s/n, 27002 Lugo, Spain. E-mail: jcorral@gwdg.de

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la productividad de los rodales de un bosque es un componente básico dentro del manejo forestal sustentable. Para la mayoría de las especies, la altura dominante es relativamente independiente de la densidad del rodal y por lo tanto no es afectada por intervenciones silvícolas, por esta razón, la altura dominante no sólo es utilizada para caracterizar el desarrollo del rodal, sino que también para estimar el potencial de crecimiento del sitio, el cual se mide a través de el índice de sitio o altura dominante a una edad de referencia dada (Clutter *et al.*, 1983; Payandeh y Wang, 1994; Gadow y Hui, 1999). En este trabajo se ajustaron siete funciones polimórficas en diferencias algebraicas para estimar el índice de sitio a cinco pináceas con valor comercial de la región de El Salto, Durango. Las especies consideradas dentro de este estudio fueron *Pinus cooperi* var *omelasii* Martínez, *Pinus durangensis* Martínez, *Pinus engelmannii* Carr, *Pinus leiophylla* Schl et Cham y *Pinus herrerae* Martínez. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un nuevo modelo de índice de sitio para las cinco especies consideradas dentro del marco de este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en la región forestal de El Salto, Durango, México, localizada en la Sierra Madre Occidental entre las coordenadas 23°30' y 24°15' de latitud Norte, 105°15' y 105°45' de longitud Este, a 100 Km hacia el suroeste de la ciudad de Durango. La base de datos utilizada incluyó datos de análisis troncales de 47 árboles de *P. cooperi*, 37 de *P. durangensis*, 34 de *P. engelmannii*, 17 de *P. leiophylla* y 25 de *P. herrerae*. Los siete modelos considerados en este estudio fueron:

F1. Chapman-Richards resuelto por b2:

$$H_2 = h_0 \cdot \left[ 1 - \left[ 1 - \left( \frac{H_1}{h_0} \right)^{b_2} \right]^{b_1} \right]^{b_2}$$

F3. Korf o Schumacher resuelto por b1

$$H_2 = h_0 \cdot \left( \frac{H_1}{h_0} \right)^{b_1}$$

F4. Korf o Schumacher resuelto por b2:

$$H_2 = h_0 \cdot e^{-z \cdot \frac{H_1}{h_0}} \quad \text{con } z = \frac{\ln \left( \frac{h_1}{\ln(H_1/h_0)} \right)}{\ln(t_1)}$$

F5. Sloboda:

$$H_2 = h_0 \cdot \left( \frac{H_1}{h_0} \right)^{\frac{b_2}{(b_2-1) \cdot \left( \frac{H_1}{h_0} \right)^{b_1-1} - (b_2-1) \cdot \left( \frac{H_1}{h_0} \right)^{b_1-1}}$$

F6. Hessfeld II conocido como la función de Cieszewski y Bella (Kiviste, 1988)

$$H_2 = \frac{H_1 + d + r}{2 + \frac{4 + d}{H_1} \frac{r}{d}}$$

$$\text{con } d = \frac{d}{A \cdot h_0^{b_2}} \quad r = \frac{(H_1 - d)^2 + d \cdot H_1}{h_0^{b_2}}$$

F7. Chapman-Richards resuelto por b0 y

$$\text{asumiendo que } h_1 = c_1 \cdot (H_1 \cdot t_1)^{b_2} \cdot t_1^{c_2}$$

$$H_2 = H_1 \cdot \left[ \frac{1 - e^{-c_1 \cdot (H_1/t_1)^{b_2} \cdot t_1^{c_2}}}{1 - e^{-c_1 \cdot (H_1/t_1)^{b_2} \cdot t_1^{c_2}}} \right]^{b_2}$$

Todos los modelos son polimórficos y de edad base invariante, los primeros cuatro modelos (F1-F4) tienen solamente una asíntota y los últimos tres tienen múltiples asíntotas (F5-F7). El ajuste de los modelos se realizó utilizando el procedimiento MODEL proporcionado en el

paquete estadístico SAS/ETS (2000), el cual corrige el problema de heterocedasticidad y autocorrelación que producen los datos provenientes de series de tiempo. El parámetro  $A_{50}$  de la función  $F_0$  tuvo un rango de 5 a 80 años, seleccionando para cada especie aquella edad que minimiza el valor del cuadrado medio del error tanto al momento del ajuste como en la validación cruzada (Elfvig y Kiviste, 1997; Trincado *et al.*, 2003). Todos los modelos fueron ajustados a cada especie de pino separadamente y el modelo que presentó mejor ajuste fue seleccionado para evaluar si las curvas de índice de sitio son diferentes entre especies utilizando el método de la suma extra de cuadrados (Bates y Watts, 1988), el cual se basa en una prueba de  $F$  dada por la siguiente ecuación:

$$F^* = \frac{SSE(R) - SSE(F)}{df_R - df_F} + \frac{SSE(F)}{df_F}$$

donde  $F^*$  sigue una distribución  $F$  y  $SSE(R)$  es la suma de cuadrados del error de un modelo reducido con el mismo número de parámetros para todas las especies;  $SSE(F)$  es la suma de cuadrados del error de un modelo completo con diferentes parámetros para cada especie basándose en el uso de variables dummy;  $df_R$  y  $df_F$  son los grados de libertad del modelo reducido y el completo, respectivamente. Los parámetros estadísticos sesgo, cuadrado medio del error, coeficiente de determinación ajustado y el criterio de información de las diferencias de Akaike fueron considerados para seleccionar el modelo más adecuado para estimar el índice de sitio de las especies consideradas.

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

En base al análisis estadístico del ajuste, la validación cruzada de este trabajo y del método de la suma extra de cuadrados se recomienda el uso de un modelo derivado de la ecuación de Cieszewski y Bella que utilice 4 variables dummy. Los parámetros  $b_1$  y  $b_2$  se muestran en el apéndice siendo  $I_2$  igual a 1 para *P. durangensis* y 0 para el resto;  $I_3$  es 1 para *P. engelmannii* y 0 para el resto;  $I_4$  es 1 para *P. leiophylla* y 0 para el resto e  $I_5$  es 1 para *P. herrerae* y 0 para el resto. Las ventajas de este modelo son que es

polimórfico y de edad base invariante, provee compatibles curvas de índice de sitio y estimaciones de crecimiento en altura, además tiene solamente dos parámetros, los cuales son biológicamente interpretables (Cieszewski y Bella, 1999).

#### CONCLUSIONES

El método de la suma extra de cuadrados demostró que el patrón de crecimiento en altura de las cinco especies de pino consideradas es significativamente diferente; debido a ello un nuevo modelo derivado de la ecuación de Cieszewski y Bella que utilice variables dummy es recomendado para estimar el índice de sitio de los rodales donde las especies son encontradas. El nuevo modelo tiene menos parámetros que casi todos los modelos previamente desarrollados para la región forestal de El Salto, Dgo. El modelo tiene la característica de poseer múltiples asíntotas. Cuatro curvas de índice de sitio de 22, 17, 12 y 7 m para cada especie a una edad de referencia de 50 años fueron generadas.

#### LITERATURA CITADA

- BATES, D.M.; WATTS, D.G. 1988. Nonlinear regression analysis and its applications. John Wiley & Sons, New York.
- CIESZEWSKI, C. J.; BELLA, I.E. 1999. Paganographic height and site index curves for lodgepole pine in Alberta. Can. J. For. Res. 29: 1151-1190.
- CLUTTER, J.L.; FORSTON, J.C.; PIENNAR, J.C.; BRISTER, L.V.; BAYLEY, R.L. 1983. Timber management: A quantitative approach. Wiley New York, 350 p.
- ELFVIG, B.; KIVISTE, A. K. 1997. Construction of site index equations for *Picea sylvatica* L. using permanent plot data in Sweden. For. Ecol. Manage. 96: 125-134.
- GADGW, K.V.; HUI, G. 1999. Modelling forest development. Forestry Sciences, Kluwer Academic Publishers, 303p.
- KIVISTE, A. K. 1968. Growth Functions for Forests (in Russian). Agricultural University, Tartu, Estonia: 171 p.
- PAYANDEH, B.; WANG, Y. 1994. Relative accuracy of a new base-age invariant site index model. For. Sci. 40(2):341-347.
- SAS Institute Inc. 2000. SAS/ETS User's Guide, Version 8, Vol 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1596p.
- TRINCADO, G.; KIVISTE, A. K.; GADGW, K.V. 2003. Preliminary site index models for native Roble (*Nothofagus obliqua*) and Raül (*Nothofagus alpina*) in Chile. NZ J. For Sci. 23 (2) Apéndice.

Los valores de los parámetros se pueden obtener en:

$$\hat{a} = c_0 + c_1 \cdot I_2 + c_2 \cdot I_3 + c_3 \cdot I_4 + c_4 \cdot I_5$$

Par.	Estimación	Par.	Estimación
$c_0$	1951.722	$m_0$	1.423484
$c_1$	54.15319	$m_1$	-0.03795
$c_2$	-123.625	$m_2$	-0.01697
$c_3$	-103.148	$m_3$	-0.03114
$c_4$	-285.071	$m_4$	0.02697
$A_{50}$	20		

## ECUACIONES DE PREDICCIÓN VOLUMÉTRICA PARA TRES ESPECIES DE *Pinus spp* EN LA REGIÓN ORIENTE DE MICHOACÁN.

Salvador Madrigal H.  
Ignacio Vázquez C.

#### Introducción.

El Gobierno de Michoacán a través de la COFOM, motivado por la importancia y necesidad de manejar educadamente sus recursos naturales, tuvo necesidad de evaluar cualitativa y cuantitativamente los recursos forestales maderables a través de un inventario forestal (1995). Las tablas y/o tarifas de volúmenes para este trabajo se elaboraron a nivel género botánico por región, sin embargo, con lo dispuesto por el artículo 21 fracción VII del Reglamento de la Ley Forestal de 1998, que especifica: "Los resultados de los estudios dasométricos deben reportarse en el ámbito de especie", bajo este criterio la COFOM y la FUNDACIÓN PRODUCE, financiaron un proyecto para elaborar tablas de volúmenes por especie en el oriente de la entidad.

#### Objetivos:

- Obtener las ecuaciones para predecir los volúmenes totales de árboles en pie con corteza de *P. montezumae*, *P. herrerae* y *P. pseudostrobus*, que se ajuste estadísticamente a las diferentes calidades de estación de la región.
- Probar la bondad de ajuste de los cuatro modelos (Schumacher, Variable combinada, Korsun y Thonber) biológicamente factibles para la elaboración de estas herramientas dasométricas.
- Analizar la homogeneidad de modelos, ya que podría ser posible realizar el proceso con un modelo general para las tres especies, por tal motivo en este trabajo se compararán las ecuaciones obtenidas.

#### Antecedentes

Las tablas o ecuaciones de volúmenes que se han venido utilizando en la región Oriente de Michoacán datan de 1957 y fueron elaboradas por la Comisión Forestal del estado y utilizadas hasta 1990; en este año se elaboran nuevas tablas por la misma

pino. En 1985 la UCODEFO 10 "Suroccidental" elaboró tablas a nivel de género para *Pinus spp* y *Quercus spp*, las cuales son utilizadas conjuntamente con las tablas generales en 1995, por la Dirección Forestal, en el segundo inventario forestal estatal (SDAF; 1995).

Una ecuación de predicción del volumen es referida como una tabla de volúmenes y este término se define como una función, tabular o gráfica, que se usa para estimar el volumen de un árbol a partir de características dasométricas (variables) como diámetro normal, altura y forma (Clutter *et al.*, 1983).

Los métodos de "ajuste" del volumen han evolucionado de la obtención del "volumen promedio" para cada combinación de las variables, "ajustes gráficos", y actualmente el método más común es el ajuste analítico "mediante regresión". El ajuste de los modelos se realiza mediante la técnica de regresión, por mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados no lineales; los primeros para modelos lineales y los segundos para exponenciales, estos últimos pueden ser linealizados por medio de logaritmos y así resolverlos con técnicas de regresión lineal, ya que la función exponencial es la inversa de la función logarítmica natural (Alder; 1980; Draper *et al.* 1980; Lares, 1994; Mendoza, 1983; Ramirez, 1994).

#### Metodología.

Información de campo: Se recolectó información de árboles en pie por medio de un tele-relascopio y de árboles derribados (medición directa), obteniéndose la siguiente información: altura total y diámetro normal. Con el tele-relascopio se obtuvieron pares de observaciones diámetro-altura, a diferentes alturas del fuste, con las que se simularon trozas; en los derribados, se midió cada una de las trozas obtenidas su diámetro mayor y menor, además se seccionaron las ramas hasta un diámetro de 5 cm en longitudes de 1.2 m (4'). Se midió un mínimo de 10 árboles en las categorías diamétrica de mayor frecuencia, siguiendo la metodología propuesta por Lares (1994) para estimar el tamaño de muestra, por lo que para este trabajo se midieron un total de 588 árboles de pino (177 de *P.*

Invest. Tr. Campo Experimental URUAPAN CIRPAO- INFAP, email: calzapura@prodigy.net Ar. Latino Americana 1101 Uruapan Mich.

*montezumae*, 211 de *P. herrerae* y 200 de *P. pseudostrobus*), obteniéndose al menos el 35 % por medición directa.

**Resultados y Discusión.**  
La dispersión de los residuales muestra que no existe violación a las hipótesis del modelo de regresión lineal; es decir los residuales no están correlacionados, están normalmente distribuidos y tiene una varianza uniforme. Los resultados del análisis de regresión de los cuatro modelos en prueba, por especie se presentan en el Cuadro 1. Se observa que el mejor modelo es el de la variable combinada por presentar una suma de cuadrados del error bajo, R<sup>2</sup> cercana a 1 (uno) y con el valor de F mayor, esto indicando, que es suficientemente robusto desde el punto de vista estadístico.

Cuadro N° 1 Resumen de los análisis de regresión lineal a datos diámetro, altura y volumen total para *P. montezuma*, *P. herrerae* y *P. pseudostrobus* de los modelos en prueba.

MODELO	D.F.	S.C.E.	E. EST.	R <sup>2</sup>	F cal.
Schumacher	210	6.437	0.2575	0.958	2245
			0.0583		
			0.0783		
McCormick	210	6.812	0.2632	0.955	4457
			0.0136		
Korsun	210	6.654	0.2559	0.934	1462
			0.2323		
			0.0661		
Thomson	210	6.473	0.2605	0.955	2251
			0.0008		
			0.0159		

Las ecuaciones resultantes para *P. montezumae*, *P. herrerae* y *P. pseudostrobus*, según el modelo de la Variable Combinada para volumen total, quedan como se muestra en seguida respectivamente.

$$\text{Log V} = \log - 0.839388 + \log 0.979388 \text{ (D2 A)}$$

$$\text{Log V} = \log - 0.717111 + \log 0.896117 \text{ (D2 A)}$$

$$\text{Log V} = \log - 0.866074 + \log 0.927982 \text{ (D2 A)}$$

#### Conclusiones.

- Se obtuvieron las ecuaciones para predecir volúmenes, con las que se elaboraron las tablas para *P. montezumae* y otra para *P. herrerae* y *P. pseudostrobus*.
- El modelo que mejor ajuste presentó según sus estadísticos y supuestos de regresión, fue el de la variable combinada.
- Las ecuaciones de *P. herrerae* y *P. pseudostrobus* son similares por lo que se puede utilizar una sola ecuación para las dos especies, en cambio *P. montezumae* se comportó diferente por lo que debe contar con su propia ecuación.
- El tamaño de muestra con  $\alpha$  tab 0.05 fue el adecuado, ya que es directamente proporcional al tamaño de  $N_x$  y a la variabilidad ( $S_x$ ) de cada categoría diamétrica.

#### Bibliografía consultada

- ALLEN, D.E. 1980. Extracción del volumen total y predicción del crecimiento con referencia espacial a los árboles. Vol. 2 Estado FAO, México 202. Págs. 118 p.
- CLUTTER, J., PENAAR, L., BUSTER, G. AND BAILEY R. 1983. Timber Management: a comprehensive approach. New York Wiley, U.S.A. 360 p.
- DRAPER, M.R. & H. SMITH. 1990. Applied regression analysis. 2nd Edition. Eds. Wiley New York, 709 p.
- LARES, Z. M.A. 1984. Estimación del tamaño de muestra en regresión de los modelos de Schumacher y el logarítmico de la variable combinada. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, México. 96 p.
- MENDOZA, S.M.A. 1983. Conceptos generales sobre modelaje matemático. In: Memoria Primera reunión sobre modelos de crecimiento de árboles y masas forestales. SARH-IBT. México. Pub. Exp. No 44 pp 35-45.
- RAMÍREZ, M. H. 1984. Construcción de modelos de crecimiento y su aplicación en el diseño de regímenes silvícolas. In: Memoria Simposio de Manejo y Silvicultura. Colegio de Postgraduados, México. pp. 25-31.
- SEAF- DIRECCIÓN FORESTAL. 1995. Inventario Forestal Estatal. Tablas de Volúmenes para los diferentes géneros y regiones. Gobierno del estado de Michoacán. Secretaría de desarrollo agropecuario y Forestal. Dirección Forestal. Morelia, Mich. México.

#### ECUACIONES PARA ESTIMAR VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL DE *Pinus cooperi* DEL EJIDO LA VICTORIA DE LA REGION DE PUEBLO NUEVO, DGO.

<sup>1</sup>Francisco Javier Hernández, <sup>2</sup>José Daniel Galván Meléndez  
Profesor-Investigador del ITF, Alumno Tesista del ITF  
Correo electrónico: fcojhernan@yahoo.com.mx

**INTRODUCCIÓN.** Las ecuaciones de volumen son expresiones matemáticas que permiten determinar el volumen de los árboles en función de atributos fáciles de medir como por ejemplo el diámetro y la altura total. Estas, las ecuaciones de volumen, se emplean para estimar el inventario maderable de los bosques. Por la importancia de estimar en forma precisa las existencias reales volumétricas se recomienda utilizar ecuaciones confiables para cada región y especie en forma específica, manteniendo un monitoreo entre las estimaciones realizadas y los volúmenes reales cosechados, de tal manera que nos permita la calibración continua de estas herramientas matemáticas. En contraste con la utilización de ecuaciones para estimar el volumen total del árbol o del fuste, en México, las ecuaciones para estimar el volumen comercial han tardado en incorporarse al manejo forestal. La estimación del volumen comercial es importante para determinar el volumen aprovechable del árbol por tipo de productos (distribución de productos). Considerando lo anterior, presente trabajo tiene el propósito de probar ajustar algunos modelos de regresión para determinar el volumen total y comercial de *P. cooperi*.

**OBJETIVO.** Determinar una familia de ecuaciones para estimar el volumen total del fuste y el volumen comercial con corteza y sin corteza de *P. cooperi* que desarrolla dentro de los límites del ejido la Victoria, Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.

**MATERIALES Y METODOS.** El ejido La Victoria se encuentra ubicado al sudoeste del estado de Durango, en el Municipio de Pueblo Nuevo. Este ejido se pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, específicamente a la Subprovincia de la Gran Meseta y Cañones Duranguenses y Mesetas y Cañadas del Sur. La topografía del terreno es en su mayoría plana y ondulada, presentado un rango de elevación de 2400 a 2800 msnm.

Para la realización de este estudio se seleccionaron 100 árboles sanos, libres de defectos, plagas y enfermedades, dominantes y codominantes que representarían todas las categorías diamétricas y todas las condiciones fisiográficas del área. Estos árboles fueron derribados para hacerles mediciones de diámetros a la altura del tocón, 1.40 m del suelo, para considerarlo como diámetro normal, y posteriormente cada dos metros a lo largo del fuste hasta llegar a la punta de la copa para obtener la altura total. Para cada sección se registro el diámetro mayor y el diámetro menor con corteza y sin corteza. El volumen de cada sección se estimó utilizando la ecuación de Smalian, excepto el volumen de la copa que se determinó con la ecuación del cono. El volumen total de cada fuste es igual a la suma de los volúmenes de cada una de sus secciones.

Los modelos de regresión que se utilizaron para probar su bondad de ajuste en la estimación del volumen total del fuste

con corteza y sin corteza fueron el de factor de forma constante, variable combinada, variable combinada generalizada, logarítmica y logarítmica generalizada. Para determinar el volumen comercial en porcentaje con corteza y sin corteza, se utilizó como base el modelo de Knoebel *et al.* (1984). El ajuste de este modelo ayuda a estimar el volumen comercial en forma directa o en forma proporcional en función del diámetro mínimo comercial y diámetro normal o en función de la altura comercial y altura total. Los modelos básicos respectivos son los siguientes:

$$R=1+B1(DiB2/DnB3)+Ei$$

$$R=1+B1(PB2/HB3)+Ei$$

Donde:

$$R=Vc/Vt$$

Vc=Volumen comercial

Vt=Volumen total del fuste

Di=diámetro mínimo de cada sección

Dn=Diámetro normal

P=H-h

H=Altura total del fuste

h=Altura comercial

Bi=Parámetros

Los criterios de selección de las ecuaciones fueron el coeficiente de determinación y error estándar.

**RESULTADOS Y DISCUSIONES.** En la tabla 1 y 2 se muestra los estimadores ajustados de los modelos para estimar el volumen total del fuste con corteza y sin corteza. Las diferencias entre los diferentes modelos en los coeficientes de determinación y los errores estándar fueron mínimas.

Tabla 1. Estimadores de las ecuaciones para estimar volumen total con corteza.

Modelo	$R^2$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$V=B_1D^2H$	0	.445	0	0
$V=B_1+B_2D^2H$	.8548	.424	0	0
$V=B_1+B_2D^2+H_1H+B_3D^2H$	.1045	.958	-.804	.387
$V=B_1D^{2.07}H^{0.97}$	0	.777	1.948	.796
$V=B_1+B_2D^{2.07}H^{0.97}$	.8088	.777	1.946	.796

Tabla 1. Estimadores de las ecuaciones para estimar volumen total sin corteza.

Modelo	$R^2$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$V=B_1D^2H$	0	.397	0	0
$V=B_1+B_2D^2H$	.8821	.358	0	0
$V=B_1+B_2D^2+H_1H+B_3D^2H$	.3972	-1.88	0.40	-0.28
$V=B_1D^{2.07}H^{0.97}$	0	.477	1.926	.790
$V=B_1+B_2D^{2.07}H^{0.97}$	.8088	.413	2.116	.771

En relación al ajuste de los modelos para estimar el volumen comercial con corteza y sin corteza, en la tabla 3 y 4 se muestran las funciones ajustadas con los estadísticos respectivos.

Tabla 3. Funciones para estimar el volumen comercial con corteza.

Función	$R^2$	S <sub>e</sub>
$Vc=Vt(1-1.8235*(D^{2.07}/Dn^{2.07}))$	0.89	0.1468
$Vc=Vt(1-0.4154*(D^{2.07}/Dn^{2.07}))$	0.56	0.3388
$R=1-1.0677*(D^{2.07}/Dn^{2.07})$	0.59	0.1241
$R=1-0.7197*(D^{2.07}/Dn^{2.07})$	0.52	0.7858

Tabla 4. Funciones para estimar el volumen comercial sin corteza.

Función	$R^2$	S <sub>e</sub>
$Vc=Vt(1-1.2344*(D^{2.07}/Dn^{2.07}))$	0.85	4.5758
$Vc=Vt(1-0.3168*(D^{2.07}/Dn^{2.07}))$	0.82	9.0188
$R=1-1.0455*(D^{2.07}/Dn^{2.07})$	0.59	0.1689
$R=1-0.7311*(D^{2.07}/Dn^{2.07})$	0.85	0.2088

**CONCLUSIONES.** El volumen total con corteza y sin corteza se puede estimar con cualquiera de las ecuaciones analizadas. El volumen comercial con corteza y sin corteza se estima en forma más precisa utilizando como variables predictoras a la altura total y comercial.

#### BIBLIOGRAFÍA

Knoebel, B. R., H. E. Burkhart y D. E. Beck, 1984. Stem volume and taper functions for Yellow-Poplar in the Southern Appalachians. Southern Journal of Applied Forestry 4: 185-188.

## Efecto del incremento de CO atmosférico sobre *Pseudotsuga menziesii* (Mirb), en Nuevo León, México.

M.C. Genaro Esteban García Mbaquedá, correo electrónico [genarom@yahoo.com](mailto:genarom@yahoo.com); Dr. Enrique Jurado Ibarrá, correo electrónico [enrjudo@hotmail.com](mailto:enrjudo@hotmail.com); Dr. Javier Jiménez Pérez; Dr. Oscar Alberto Aguilar Calderón. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales.

#### Introducción

El monitoreo climático sobre el siglo XX y las reconstrucciones del clima sobre el milenio pasado, indican que la tierra se encuentra en una fase de calentamiento (Hughes, 2000). Este calentamiento es más evidente en el siglo XX. Donde alcanzó su primer máximo en los años 1940. Para posteriormente de una fase casi invariable y de ligero retroceso. Continúa el aumento de temperatura a partir de los años 1970. Siendo este aumento desde 1850 hasta finales de los años 1990 entre 0.4 y 0.7 grados Celsius.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es una de las variables químicas del clima. La concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico ha variado, principalmente por consecuencia de las actividades del ser humano, por lo que de la concentración de 280 ppm, presente en alrededor de 1800, se ha elevado hasta alrededor de 345 ppm, (Kauppi, 1995). Es de esperarse que dicha variación en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico tenga efectos sobre procesos biológicos, como la fotosíntesis, por lo que en el caso de los árboles, el incremento en la concentración de este gas invernadero se debiera reflejar en los anillos de crecimiento (Krauchi y Xu, 1995).

En el presente trabajo se pretende determinar la existencia de la evidencia del efecto del incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico, en los anillos de crecimiento de una conífera (*Pseudotsuga menziesii* Mirb), presente en México, como parte de las señales de cambio climático global.

#### Objetivos

**General:** Determinar si los anillos de crecimiento de la especie seleccionada, responden a la variación del CO<sub>2</sub> atmosférico.

#### Específicos:

Determinar los coeficientes de sensibilidad media.

Determinar la tendencia de crecimiento de los primeros 15 años, con respecto de la época.

#### Materiales y Métodos

**Ubicación del área de estudio:** El área de colecta de muestras se localiza en El Cerro Potosí, ubicado entre las coordenadas geodésicas UTM 2745000 a 2770000 Norte y de

los 370000 a 382000 Este (García, 1996), dentro del municipio de Galeana Nuevo, León, México.

**Obtención de Muestras:** Se utilizó un taladro de Pressler de 0.5 cm de diámetro y 40 cm de longitud, para extraer una porción de la sección transversal del fuste de arbolado vivo. **Procesamiento y medición de muestras:** Se realizó la preparación y medición de las muestras de manera individual, mediante una adaptación de la técnica de Eicot Douglas (1941), la cual describe García-Mosqueda (2003), realizándose con una resolución de 0.1 milímetros.

**Coefficiente de sensibilidad media:** Este parámetro estadístico ha sido diseñado específicamente para estudios dendrocronológicos. Se calcula tal como lo describe Genova, 1988, citado por García-Mosqueda, 2003, de la siguiente forma:

$$SMx = 1/(n-1) \sum_{t=1}^n 2(x_{t+1} - x_t) / (x_{t+1} + x_t)$$

Donde X es el espesor del anillo para el año (t) y n es el número de anillos existentes en la serie. Su valor teórico, dada su formulación, queda delimitado entre 0 y 2.

Con el fin de detectar si los anillos de crecimiento de la especie reflejan un efecto del incremento de CO<sub>2</sub> se usó la metodología diseñada por García-Mosqueda (2003). Aplicándose a los primeros 15 años de crecimiento medibles en las muestras.

#### Resultados

##### Coefficiente de sensibilidad media

#### Cuadro 1.

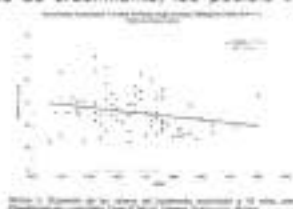
Cuadro 1. Coeficiente de Sensibilidad Media generados por *Pseudotsuga menziesii* (Mirb), para el Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, México.

Medio de crecimiento	
n	SMx
15	0.420284
14	0.420284
13	0.420284
12	0.420284
11	0.420284
10	0.420284
9	0.420284
8	0.420284
7	0.420284
6	0.420284
5	0.420284
4	0.420284
3	0.420284
2	0.420284
1	0.420284

Al analizar los valores obtenidos se detectó una gran similitud entre las series analizadas, no existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores del coeficiente de sensibilidad media de las clases de edad (Pr>F=0.1363).



Tendencia de crecimiento: Después de ordenar por clases de edad las series (tres clases) de incrementos de anillos. Tomando los valores de los incrementos acumulados y cruzarlos con la fecha de formación asignada a cada anillo de crecimiento, fue posible trazar la



gráfica de la Figura 1.

Figura 1

La línea de tendencia en la Figura 1, presenta una pendiente negativa con dirección hacia el año 2000. Con lo que se representa la disminución en el valor de los incrementos acumulados a los 15 años de edad, conforme los árboles son más jóvenes. Se obtuvo que los valores más altos de los incrementos acumulados, se presenta conforme se retrocede en las fechas, hacia el año 1955.

Para obtener la diferencia entre clases, después de detectar una diferencia estadísticamente significativa entre alguna de estas ( $P > F = 0.0106$ ), se realizó la prueba de comparación múltiple de Newman-Keuls (Cuadro 2). Con esta prueba se identificó una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las clases "A y B" (siendo menor la de la clase A), así como entre las clases "A y C" (siendo menor la de la clase A). No existió diferencia estadísticamente significativa entre las clases "B y C".

Cuadro 2

Comparación	Diferencia	Error Est.	t	P	Significativa	Comentario
B vs A	10.031	3.244	3.122	0	0.000	si (%)
B vs C	1.249	3.244	0.387	2	0.704	no (%)
C vs A	11.279	3.244	3.476	0	0.000	si (%)

Cuadro 2. Prueba de comparación múltiple de Newman-Keuls, con diferentes niveles de confianza, para las series de edad de árboles "A, B y C". Incrementos acumulados y fechas de Pseudotsuga menziesii (Mirb).

#### Discusión

Como resultado de investigaciones referentes al efecto del incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico, diversos autores citados por García-Mosqueda (2003), sugieren que con un aumento en la concentración de bióxido de carbono, la mayoría de las plantas C<sub>3</sub> tendrán una respuesta positiva, aumentando la

producción de biomasa que se reflejaría en el incremento diamétrico del tallo, como consecuencia de un aumento en la tasa fotosintética. Dicha respuesta positiva ha sido encontrada al estudiar los incrementos en espesores de anillos de crecimiento de los árboles, bajo condiciones controladas (Telewski, *et al.* 1987), como en otras investigaciones citadas por García-Mosqueda (2003), realizadas en árboles establecidos en bosques.

A diferencia de lo anterior en el presente trabajo no se detectó dicha respuesta en los anillos de crecimiento de árboles de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb), en Cerro el Potosí en Galeana, Nuevo León, México. Ya que, los árboles "jóvenes", presentan menores incrementos acumulados que los que alcanzaron a la misma edad árboles más maduros. Lo cual no corresponde a la tendencia del incremento en la concentración de bióxido de carbono atmosférico.

Esto se puede deber a que para *Pseudotsuga menziesii* en el Cerro El Potosí, el aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico, no se manifiesta en los anillos de crecimiento. El Kohen, *et al.* (1993) mencionan que la reacción a la elevada concentración de este gas, puede ser diferente entre las plantas, relacionándose esto a estrategias específicas de crecimiento de cada especie. Por otro lado Strain (1992), menciona que puede no siempre presentarse un incremento en la productividad de las plantas con un incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico. Esto aunado a la presencia de otros factores ambientales como la continua incidencia de incendios y el cambio en el patrón estacional de la precipitación pluvial, podría estar neutralizando el efecto de fertilización por CO<sub>2</sub> atmosférico (García-Mosqueda, 2003).

Por lo que según García-Mosqueda (2003), la falta de aumento en el crecimiento anual de la especie estudiada puede deberse a que (i) esta especie no responde a los actuales incrementos de CO<sub>2</sub>, (ii) la respuesta de la especie a los incrementos actuales no se manifiesta en crecimiento de anillos o, (iii) otras variaciones ambientales como incendios y sequías frecuentes (quizá como resultado de cambio climático) contrarrestan el efecto de la fertilización de CO<sub>2</sub>.

#### Conclusiones y Recomendaciones

1. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb), refleja en sus anillos de crecimiento los cambios anuales de las condiciones ambientales. 2. Esta especie aparentemente no ha reaccionado de manera

positiva en su crecimiento, ante el aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Por esta razón se recomienda: La realización de investigaciones dirigidas al detectar el efecto de este fenómeno sobre la vegetación natural. Ya que ante un inminente cambio climático, es de primordial importancia contar con información seria y puntual al respecto. De esta manera identificar las especies en desventaja ante el cambio climático. Ya que la especie estudiada podría estar siendo afectada al grado de tender a la extinción. También, con estos estudios, se podría conocer y pronosticar de manera más certera, el comportamiento de las poblaciones vegetales y animales ante futuros escenarios ambientales. Los cuales evidentemente tendrán un efecto sobre el actual manejo de los recursos naturales.

#### Bibliografía citada

- El Kohen, A.; L. Venet; M. Mousseau. 1993. Growth and Photosynthesis of Two Deciduous Forest Species at Elevated Carbon Dioxide. *Functional Ecology* 7:480-486.
- García, A. M. 1996. Análisis de la cubierta vegetal y propuesta para la zonificación ecológica del Cerro "El Potosí", Galeana, Nuevo León, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, México. pp. 5-17
- García-Mosqueda, G. E. 2003. Efecto del incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico sobre los anillos de crecimiento de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb), en Nuevo León, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, México. 13-21 pp.
- Greif, H.; Peter Hüpfel; J. L. Lozán. 2001. Introducción al problema global del clima. Zentrum für Meeres und Klimaforschung. Universität Hamburg. Hamburgo, Alemania. 11-23 pp.
- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Tree* 15(2): 56-61.
- Kauppi, P., E. 1985. What is Changing in the Global Environment?. Research in a Changing World Congress Report, Volume II. IUFRO XX World Congress, International Union of Forestry Research Organizations. Tampere, Finland. pp 29-34
- Křůch, N.; D., Xu. 1995. Climate Change Effects on Forest. Research in a Changing World Congress Report, Volume II. IUFRO XX World Congress, International Union of Forestry

Research Organizations. Tampere, Finland. pp 34-42

- Shugart, H. H., M. Y. Antonovsky, P. G. Jarvis, A. P. Sandford. 1986. CO<sub>2</sub> Climatic Change and Forest Ecosystems. The Greenhouse Effect. Climatic Change and Ecosystems. Vol. 29 (B. Bolin, B. R. Doorn, J. Jager, R. A. Warrick, Eds). Scientific Committee on Problems of Environment. John Wiley and Sons, Chichester, Inglaterra. pp 475-521
- Sionit, N., P. J. Kramer. 1986. Woody Plant Reactions to CO<sub>2</sub> Enrichment. Physiology, Yield, and Economics, Vol. II (H. Z. Enoch and B. A. Kimball, eds). Carbon Dioxide Enrichment of Greenhouse Crops. CRC Press Inc. Boca Raton, USA. pp. 69-85
- Telewski, F. W., B. R. Strain. 1987. Densitometric and Ring Width Analysis of 3-year-old *Pinus taeda* L. and *Liquidambar styraciflua* L. Grow under Three Levels of CO<sub>2</sub> and Two Water Regimes. Proceedings of International Symposium on Ecological Aspects of Tree-ring Analysis. U. S. Department of Commerce, Springfield, USA.
- Troang, E., L. Ackzell. 1990. Effects of Carbon Dioxide enrichment on Bud Formation and Growth of Coniferous Seedlings. *Acta Horticulturae* 266:179-189.

## EL CRECIMIENTO DE LOS AHUEHUETES (*Taxodium mucronatum* TEN.) DE CHAPULTEPEC EN LOS ÚLTIMOS CUATRO SIGLOS

José Villanueva Díaz. CENID-RASPA-INIFAP. Correo: [jvilladi@raspa.inifap.conacyt.mx](mailto:jvilladi@raspa.inifap.conacyt.mx)  
Dava W. Stahlé, Matthew D. Therrell, Malcolm K. Cleaveland. University of Arkansas.  
Correo: [cstahle@uark.edu](mailto:cstahle@uark.edu)  
Francisco Camacho Morfín. COMEF-INIFAP. México, D.F.  
Patricia Nuñez Díaz de la Fuente. Bosque de Chapultepec, México, D.F.  
Sergio Gómez Chávez. Zona Arqueológica de Teotihuacan, San Juan Teotihuacan, Edo. De México  
Jorge Sánchez Sesma. IMTA, Jiltepec, Morelos  
Armando Ramírez García. Ex - Investigador INIFAP en San Luis Potosí

### Introducción

Uno de los sitios más importantes para México, desde el punto de vista histórico es Chapultepec. Los ahuehuetes de este sitio, tienen una larga historia, que se remonta a la época prehispánica y continúa hasta la actualidad, lapso en el cual, el crecimiento de esta especie ha sufrido el impacto de acciones antropogénicas, las que se han exacerbado en particular en los últimos siglos. Especímenes históricos como el "Sargento" y otros de gran tamaño han muerto en las últimas décadas, quizás debido a la contaminación y abatimiento de mantos acuíferos. No obstante lo anterior, algunos de los especímenes añejos aun existentes, registran en sus crecimientos la influencia del clima, así como de las actividades humanas, información valiosa para su conservación.

### Objetivos

Analizar la influencia antropogénica en el comportamiento histórico y actual de los crecimientos de ahuehuate en el bosque de Chapultepec.  
Comparar eventos climáticos extremos con los índices dendrocronológicos y analizar sus repercusiones sociales.

### Materiales

El Bosque de Chapultepec se ubica al oeste-suroeste de la ciudad de México. Posee un clima templado con lluvias de verano, con una precipitación media anual de 672 mm y temperatura de 14.7 °C. El sitio ocupa una superficie de 643 ha divididas en tres secciones; la primera, cuenta con un sinnúmero de especies, entre ellas ahuehuetes, algunos de los cuales fueron plantados por los reyes Aztecas

### Métodos

El muestreo de ahuehuetes se realizó en la primera sección del bosque. En esta área, se seleccionaron 57 árboles de esta especie, de cada uno y a la altura del pecho, se obtuvieron dos virutas con taladros Pressler. Las muestras se procesaron con técnicas dendrocronológicas estándar y sus crecimientos anuales (anillos) fechados al año de su formación. Con el sistema VELMEX, se midió el ancho de cada anillo fechado. Con el número de años contenido en las virutas, se obtuvo una relación entre tamaño de la sección y número de años para estimación de edad. El programa ARSTAN se utilizó para remover tendencia por edad y la transformación de las series de anchos de anillos en series estacionarias

adimensionales. La cronología estandarizada se comparó con datos climáticos de la estación Tacubaya y se usó en subsecuentes análisis con el fin de extraer una posible señal climática. El ancho de anillos del conjunto de las series involucradas se graficó en el tiempo. Alternativamente, la cronología estandarizada, se le ajustó una curva suavizada para determinar tendencias en crecimiento a nivel década; las cuales se verificaron con datos históricos documentados relacionados con sequías, inundaciones, brotes epidémicos y cambios en el uso del suelo

### Resultados

En este sitio, debido a la presencia de anillos falsos y perdidos, fue difícil asignar fechas exactas de formación a los crecimientos anuales de ahuehuate. No obstante que se colectaron virutas con más de 400 años en árboles que se estima superan los 800 años, solo fue posible establecer una cronología exacta para los últimos 108 años (1891 - 1998). Antes de este período, la presencia de microanillos previno el desarrollo de una cronología de mayor extensión.

Al comparar la serie climática de Tacubaya con los índices estandarizados, se determinó que la precipitación acumulada del período abril - agosto, fue la más asociada a crecimiento. No se produjo, sin embargo, una reconstrucción climática para el período en el que se extiende la cronología (1891 - 1998), ya que la correlación con los datos acumulados de precipitación no fue significativa ( $p > 0.05$ ).

Por lo que respecta a la cronología total, que se extiende por 443 años (1556 - 1998), el impacto del clima (períodos húmedos y secos), se observa con

mayor claridad en la curva suavizada en décadas.

La respuesta en crecimiento de los ahuehuetes de Chapultepec al clima prevaleciente en el siglo XX, no es tan representativo de las condiciones que imperaron durante dicho período. Lo anterior es debido a efectos de disturbio (contaminación, abatimiento de mantos freáticos y apisonamiento del suelo por paseantes).

### Discusiones y conclusiones

No obstante el efecto de disturbio infligido a los árboles de este sitio y magnificados en el siglo XX, fue factible establecer una cronología para los últimos 108 años; sin embargo, el crecimiento observado en este período, no concuerda con la variabilidad en precipitación.

Eventos de baja frecuencia del período 1556 - 1890, indican buena concordancia con datos históricos documentados sobre anomalías climáticas extremas (sequías e inundaciones) que tuvieron efectos sociales en la población mexicana.

Estos resultados sugieren la factibilidad de utilizar los crecimientos anuales de esta especie como "proxies" de información climática; sin embargo, es importante, extender la red de cronologías de esta y otras especies sensilvas en la región, para captar la mayor variabilidad climática posible.

Los ahuehuetes centenarios de Chapultepec sufren el impacto de nuestras acciones, la conservación de este patrimonio nacional reclama la participación coordinada de autoridades locales y federales, así como de los propios ciudadanos.

## EL ÍNDICE K, UN MODELO PARA ANALIZAR CONIFERAS EN IMAGENES DE SATELITE LANDSAT ETM

Roberto Luévano Escobedo<sup>1</sup>, Karla O. Luévano de la C<sup>1</sup>, Gerardo de Lira Reyes<sup>2</sup>, G. Walter Ritter Ortiz<sup>3</sup>, Gustavo A. Martínez Turanzas<sup>2</sup>, Emílio Olivares Sáenz<sup>2</sup>, Humberto Rodríguez Fuentes<sup>2</sup>.

1 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera - Esc. Ciencias Forestales, Escuela de Matemáticas, Universidad Juárez del Estado de Durango, México. 2. Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 3. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México. [luévano@linux.ujed.mx](mailto:luévano@linux.ujed.mx), y/o [robertoluévano@latinmail.com](mailto:robertoluévano@latinmail.com)

### Resumen

El cambio del paisaje de la superficie terrestre por causas diversas, su composición y estructura han estado en la mira de toda la humanidad, se han desarrollado diversas formas para entenderlos y la sensoria remota es lo más reciente y novedoso para tener un conocimiento rápido de grandes extensiones de la composición de la superficie terrestre y en particular de bosques de pino - encino, para ello se han aplicado diferentes formas de analizar la vegetación y la más común usando el infrarrojo y el rojo cercano correspondiente a las bandas TM4 y TM3, del satélite Landsat, en este estudio se analiza con el sensor ETM, de éste satélite, donde se obtiene el índice de vegetación para coníferas con la relación de las bandas B5/4 y el NDVI con B4/3, además de analizar estos datos con el índice K, que permite una diferenciación más clara del bosque de coníferas, a partir de los datos de campo obtenidos en el área de estudio.

Key word: coniferous, models, remote sensing, index of vegetation, classification of images.

### Summary

The change of the landscape of the terrestrial surface to for diverse causes,

their composition and structure they have been in the aim of the whole humanity, diverse forms have been developed to understand them and the remote sensing is the most recent and novel thing to have a quick knowledge of big extensions of the composition of the terrestrial surface and in particular of pine forests - oaks, for they have been applied it different forms of analyzing the vegetation and the more ones using the infrared and the red one near corresponding to the bands TM4 and TM3, of the satellite Landsat, in this study is analyzed with the sensor ETM, of this satellite, where the index of vegetation is obtained for you conifer with the relationship of the bands B5/4 and the NDVI with B4/3, besides analyzing these data with the index K that allows a clearer differentiation of the forest of coniferous, starting from the field data obtained in the study area.

## ELABORACIÓN DE TABLAS DE VOLÚMENES MEDIANTE ANÁLISIS TRONCALES, EN CINCO REGIONES FORESTALES DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Roberto Armandáiz Olvera, Aníbal Guillón Chávez, Pedro Juárez Tapia, Miguel Cano Rodríguez, Héctor O. Rubio Arías, Juan Rentería Aníbal  
INIFAP-CIRNOC-Campo Exp. Madera  
Av. Homero No. 3744 C.P. 31100  
[bstcam@hotmail.com](mailto:bstcam@hotmail.com) Tel. (614) 4844040  
Chihuahua, Chih.

**INTRODUCCIÓN.**- Una útil herramienta para la evaluación de recursos forestales maderables, específicamente pino, lo representan las "tablas de volúmenes". Para la mayor parte de las regiones forestales del estado de Chihuahua, se elaboraron las Tablas de Volúmenes que rigen la cubicación del arbolado desde la década de los 50s del siglo pasado, época en que las dimensiones del arbolado eran muy distintas a las actuales (árboles de grandes dimensiones); por lo que actualmente la aplicación de dichas tablas sub y/o sobre estiman los volúmenes en gran medida. Lo anterior redundó en considerables pérdidas económicas para los productores forestales así como en un deterioro mayor de los bosques, ya que se tienen que derribar mayor número de arbolado para completar determinado volumen.

**OBJETIVO.**-Elaborar tablas de volúmenes en siete ejidos comprendidos en cinco regiones forestales del estado de Chihuahua.

**REVISIÓN DE LITERATURA.**- Una tabla de volumen se define como una expresión tabulada del volumen medio, o contenido medio de madera de árboles en pie de diversos tamaños y especies, de acuerdo con una o más de sus dimensiones fáciles de medir, como el diámetro y la altura (Avery 1969, Husch *et al.* 1972). Las técnicas al respecto se han ampliado y difundido por investigadores en Europa como Hundeshagen, Huber, y otros y en Norteamérica y Canadá por Bruce, Anderson, Schumacher, etc.

El número de árboles que se requiere para asegurar la obtención de una ecuación aumenta con la amplitud de variación del diámetro y de la altura. El número mínimo aconsejable por categoría diamétrica y de altura es de 10 árboles (Chapman, 1924). Recientemente se han elaborado tablas de

volúmenes mediante análisis troncales para los bosques de pino del Norte de México utilizando estas metodologías, particularmente para el estado de Durango se tienen reportes de Rentería (1995), Rentería y Ramírez (1995), Rentería y Meza (2001) y Quiñones, *et al.* (2001).

**MATERIALES Y MÉTODOS.**- Este trabajo se desarrolló en siete Ejidos, los cuales se ubican en cinco regiones forestales del estado de Chihuahua.

Proceso metodológico:

- *Recopilación de información de gabinete por ejido.*

Primeramente se recopiló información sobre: especies, indicadores de densidad de las áreas de corta, indicadores de calidad de sitio por área de corta, obtención de los modelos y tablas de volúmenes de los ejidos, sistemas de planeación utilizados en las áreas de corta (MMOM, MDS, SICOESI, otros), definición del tipo de estructura ya sea bosque regular o irregular de las áreas de corta e identificación de los sitios de muestreo para el levantamiento de la información de campo.

- *Recopilación de información de campo.*

a) De control.-Esta información consistió en: región, calidad de sitio, número de la región, nombre del predio, responsable técnico, fecha, línea de vuelo, número de foto, rodal y subrodal.

b) Ecológica.- altitud sobre el nivel del mar, exposición, pendiente, profundidad y textura del suelo, materia orgánica, uso actual del suelo, erosión, daños a la infraestructura, fisiografía, y perturbación(es) en el subrodal y el tratamiento silvícola aplicado (además las que se consideró conveniente).

c) Dendroepidemiológica.- Para el registro de esta información, fue necesario que se identificara primeramente en cada área de corta los árboles a derribar para la colecta de rodajas para los análisis troncales.

Los árboles muestra, (27 por ejido = 189) fueron libres de plagas y enfermedades, de daños físicos o de cualquier perturbación. Para seleccionar el individuo, primeramente se seleccionaron los tres árboles dominantes, se determinó la edad y se eligió al más joven. Las mediciones se realizaron en el arbolado en pie y derribado. En el primer caso, se registró: número de árbol, especie, diámetro a 1.30 m, altura total, altura de fuste, edad, tiempo de paso y proyección de copa. En el mismo árbol pero derribado, la primera rodaja se cortó a los 0.30 m y/o altura del tocón, la segunda a 1.30 m o diámetro normal; a partir de 1.30 m se cortaron las rodajas cada 2.60 m; posteriormente, cuando el diámetro fue menor de 0.20 m las rodajas se cortaron a 1.30 m hasta que la punta fue menor o igual a 1.30 m. Cada una de las rodajas fueron etiquetadas según el número del árbol y rodaja correspondiente, así como la especie y ejido; luego se encostalaron para su traslado a laboratorio donde se realizó el conteo de anillos y/o análisis troncal. La base de datos fue procesada y analizada utilizando Wordperfect como hoja de cálculo y el paquete estadístico "SAS", realizando un análisis de regresión, evaluando los modelos de: Korsun; Schumacher, Variable Combinada, Dwight y Thornber. Las tablas de volúmenes fueron elaboradas con el modelo que presentó mejor ajuste.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-** Se elaboraron 13 tablas de volúmenes en cuatro especies de pino (*Pinus arizonica*, *Pinus durangensis*, *Pinus engelmannii* y *Pinus herrerae*); donde el modelo de la Variable Combinada fue el que mejor ajuste mostró y solo en el ejido "Madera" mpio. de Madera, Chihuahua en la especie *Pinus engelmannii* el modelo de Korsun fue el que dominó. En el siguiente cuadro se muestran los ejidos, especies, modelos de mejor ajuste y las ecuaciones de cada una de las tablas de volúmenes.

EJIDO	ESP.	MODELO	R <sup>2</sup>	ECUACION
Madera	a*	Combinada	0.92	V=0.0046244 (D + 1170.105115) A3.000040
	a†	Combinada	0.94	A3.009486
	a*	Korsun	0.97	V=0.0002028 (D + 1170.105115) A3.000040
Morelia	a*	Combinada	0.98	V=0.0077748 (D + 1170.105115) A3.000040

EJIDO	ESP.	MODELO	R <sup>2</sup>	ECUACION
Madera	a*	Combinada	0.98	V=0.0046244 (D + 1170.105115) A3.000040
	a†	Combinada	0.95	V=0.0046244 (D + 1170.105115) A3.000040
	a*	Combinada	0.94	V=0.0046244 (D + 1170.105115) A3.000040
Morelia	a*	Combinada	0.94	V=0.0077748 (D + 1170.105115) A3.000040
	a†	Combinada	0.97	V=0.0077748 (D + 1170.105115) A3.000040
Morelia	a*	Combinada	0.77	V=0.0077748 (D + 1170.105115) A3.000040
	a†	Combinada	0.98	V=0.0077748 (D + 1170.105115) A3.000040

a\* = *Pinus arizonica* a† = *Pinus durangensis*  
 b\* = *Pinus engelmannii* y b† = *Pinus herrerae*

#### CONCLUSIONES

La Variable Combinada fue el modelo de mejor ajuste para las cuatro especies, con excepción del ejido Madera, Mpio. de Madera, Chihuahua, donde en *Pinus engelmannii* el modelo mejor fue el de Korsun. Las ecuaciones derivadas de una R<sup>2</sup> mayor de 0.90 son similares por lo que muestran una mayor confianza. Es conveniente validar las tablas de volúmenes finales y si es necesario un ajuste de los modelos.

#### LITERATURA CITADA

- AVERY, T. E. 1949. Forest measurements. McGraw-Hill Book Co. U.S.A. 280 p.
- HUSCH, B. CHJ. MILLER, and WT. BEERS. 1972. Forest mensuration. Second Ed. USA. Forest Press Company. 410 p.
- QUÉRONER, CH. A. ALVARADO, M. P. y TRUJILLO, R. R. 2001. Elaboración de una tabla de volúmenes para *Pinus cooperi* Blanco mediante análisis troncales en Durango. Resumen. In V Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Memoria. Noviembre 7-9 de 2001. Guadalupe, Jal. p. 65.
- RENTERIA, A. J. S. 1946. Sistema de valoración para *Pinus cooperi* Blanco mediante análisis troncales de arbolados en Durango. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 77 p.
- RAMÍREZ, M. H. 1995. Elaboración de una tabla de volúmenes para *Pinus cooperi* Blanco. Resumen. In Tercer Reunión Anual de Investigaciones y Foro Internacional Forestal. Memoria. Universidad Juárez del Estado de Durango (JUED), Durango. Dgo. p. 19.
- Y MEZA, S. M. 2001. Elaboración de una tabla de volúmenes regional para *Pinus durangensis* Mtz. y *Pinus engelmannii* Carr. en Durango. In V Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Memoria y CD. Noviembre 7-9 de 2001. Guadalupe, Jal. p. 67.

## ESTIMACIÓN DE PESO VERDE DEL FUSTE DE *Pinus durangensis* Mtz. MEDIANTE LA DENSIDAD APARENTE VERDE, EN LA REGIÓN DEL SALTO P.N. DGO.

Méndez González Jorge<sup>1</sup>, Morales Carredano Facundo<sup>1a</sup>, Nájera Luna Juan Abel<sup>2</sup> y Barrios Téllez José G.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico Forestal No.1. El Salto P.N. Dgo. Email: jmendezg@hotmail.com.mx, <sup>3</sup>Estudiante de Ingeniería Forestal del ITF, <sup>3</sup>Prestador de Servicios Técnicos Forestales, UCODEFO 6. El Salto Dgo

#### INTRODUCCIÓN

La densidad de la madera es considerada como una de las características más importantes pues tiene amplias correlaciones con sus propiedades tecnológicas y económicas ligadas a los costos de transporte y almacenamiento. La madera presenta diferentes densidades: básica, aparente y seca, la densidad aparente es la relación entre la masa y un volumen a un contenido de humedad conocido. En las últimas décadas las ecuaciones de peso o biomasa han sido determinadas en respuesta a la necesidad de tener este tipo de información para caracterizar con mayor detalle los ecosistemas forestales. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue estimar el peso verde fustal en *Pinus durangensis* Mtz. por medio de variables de fácil medición (diámetro) como aproximación a la estimación de la biomasa fustal.

#### MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se encuentra ubicada a 120 km. por la Carretera Durango-Mazatlán. La vegetación del área corresponde a Bosque de Pino y bosque de Pino-Encino, el clima es templado frío con precipitación superior a los 1100 mm anuales. Para realizar el presente estudio se seleccionaron 10 árboles de la especie *Pinus durangensis* Mtz., procurando incluir todas las categorías diamétricas posibles. De cada árbol derribado se obtuvieron al menos cuatro rodajas a diferentes secciones, (siguiendo las medidas comerciales de las trozas) las cuales se transportaron al laboratorio para obtener el peso verde y volumen verde de cada una de ellas. El peso verde de las rodajas se obtuvo mediante balanzas de 50, 10 y 0.360 kg. de capacidad con 500, 50 y 0.01 gr. de precisión respectivamente. El volumen de cada rodaja se obtuvo mediante inmersión y desplazamiento de agua con xilómetro. Con estos valores se obtuvo la densidad aparente verde de cada rodaja, misma que

se utilizó para estimar el peso verde de cada sección de fuste multiplicándola por su volumen correspondiente estimado mediante la Fórmula de Newton.

#### RESULTADOS

La densidad aparente verde mostró variabilidad debido a las diferencias en peso, volumen y grosor de la rodaja, como resultado de la ubicación en la sección del fuste. Se encontraron valores desde 0.178 gr/cm<sup>3</sup> hasta 0.980 gr/cm<sup>3</sup> con un promedio de 0.5188 gr/cm<sup>3</sup>. Se utilizaron modelos regresivos para estimar la densidad en función de peso y volumen de la rodaja obteniendo los siguientes resultados:

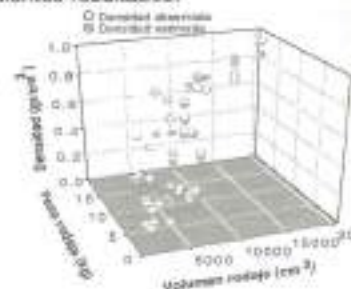


Figura 1. Estimación de densidad aparente verde de rodajas individuales.

Para la estimación de la densidad aparente verde se encontró buen ajuste observando una R<sup>2</sup> ajustada de 0.8341 y un error de estimación de 0.1047. La figura anterior muestra la densidad observada y estimada en función del volumen y del peso de la rodaja. El modelo que mejor estima la densidad es de la siguiente forma:

1)

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 x' + \beta_4 y'$$

1)

$$D = 0.4583 - 0.0001 * Vol + 0.2161 * Peso + 0.0001 * (Vol)^2 - 0.0057 * (Peso)^2$$

Donde:

$D$  = Densidad aparente ( $gr/cm^3$ )

$Vol$  = volumen de la rodaja ( $cm^3$ )

$Peso$  = peso de la rodaja (Kg)

Para la estimación del volumen y del peso verde del fuste el modelo utilizado fue de la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot \exp^{(ax)}$$

2)

$$V = -0.2099 + 0.1689 \cdot \exp(0.0526 \cdot DN)$$

$$P = -0.1449 + 0.0763 \cdot \exp(0.0646 \cdot DN)$$

Donde:

$V$  = Volumen ( $m^3$ )

$DN$  = diámetro normal ( $cm$ )

$P$  = peso total verde (Ton)

Los modelos de regresión se ajustaron bien para la estimación del volumen y del peso verde total del fuste, ya que se obtuvo una  $R^2$  ajustada de 0.9946 y 0.9968 respectivamente. Los errores de estimación de fueron de 0.0721 y 0.0497 respectivamente. Al parecer se obtiene mejor estimación para el peso verde del fuste en función de diámetro normal.

Para la selección de los modelos se analizaron también otros parámetros de la regresión tales como la probabilidad y los errores de los parámetros, siendo significativos y altamente significativos para volumen y peso verde del fuste respectivamente.

Cuadro 1. Parámetros de la regresión.

Variable (m)	Coeficiente	Error estándar	t-estadístico	Grados de libertad
Volumen ( $m^3$ )	0.9946	0.0721	13.655	10
Peso verde (Ton)	0.9968	0.0497	20.060	10
Densidad ( $gr/cm^3$ )	0.9941	0.0347	28.645	45

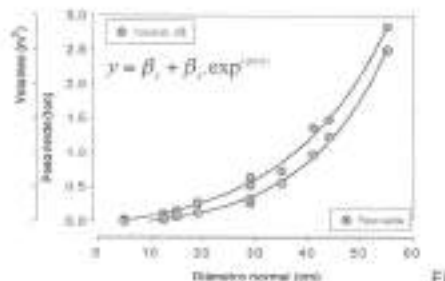


Figura 2. Relación entre DAP vs Peso verde y volumen del fuste.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados mostraron que el peso verde del fuste puede ser confiablemente estimado mediante la densidad aparente verde de la madera, así mismo, el peso puede ser estimado mediante variables fáciles de medir tal como el diámetro normal, (variable básica de los inventarios forestales). Para la estimación posterior de pesos verde del fuste en otras especies o la misma, se recomienda seguir el mismo procedimiento, (utilizar la densidad aparente verde individual de las rodajas) ya que se observó diferencias en la densidad aparente de la madera en diferentes secciones del fuste.

### BIBLIOGRAFIA

1. De couro, H & vectorazzo, S. 1999. Selección de ecuaciones de volumen y peso seco comercial para *Pinus taeda*. CERNE, V.5, N.1:89-90
2. Fuentes, M. s.f. Apuntes para el curso de tecnología de la madera. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. México. 99 p.
3. Koltmann, W.E. 1979. Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Inst. Fiel. De Inv. y exp. y serv. de la madera. Madrid, España. 675 p.
4. Valencia, M.S. y F. López A. 1999. Variación de la densidad de la madera dentro y entre árboles de *Pinus taeda* End. en sierra las Alazanas, Arriaga Coahuila. Foresta-AN. Nota técnica No. 1. UAAAN. Saltillo Coah. 17 p.

### ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE MADERA EN LOS BOSQUES DE CHIHUAHUA, MÉXICO USANDO LANDSAT-TM

Carmelo Pinedo Álvarez<sup>1</sup>, Juan Manuel Chacón Sotelo<sup>2</sup>, Enrique Carreón Hernández<sup>2</sup>.

1. Ph.D., Profesor-Investigador del Dpto. Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua.
2. Estudiante del Programa Doctoral, del Dpto. Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. p25303@uach.mx.
3. Estudiante del Programa Doctoral, del Dpto. Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua.
- 4.

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** Los métodos convencionales actualmente utilizados para la evaluación de los recursos naturales, se apoyan en la fotografía aérea. Sin embargo, aún cuando presenta excelentes ventajas, estos procedimientos consumen tiempo y son inconsistentes (Franklin *et al.*, 1986). Bajo este contexto, los manejadores de los recursos naturales del Estado de Chihuahua, reconocen la necesidad de evaluar el potencial de las imágenes de satélite para estimar las existencias ( $m^3$ ) de madera en los bosques de Chihuahua.

**OBJETIVOS.** Evaluar las relaciones de los valores de reflectancia de las bandas de Landsat-TM con datos de campo para generar modelos capaces de predecir el volumen de madera en los bosques de la zona central de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua, México.

**MATERIALES.** El estudio se realizó en la región central del macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental, en el estado de Chihuahua, Méx., dentro del área de influencia de la Unidad Forestal 5 (UAF 5) en San Juanito-Creel. Comprendiendo una superficie aproximada de 400,000 hectáreas, con bosques tanto de segundo crecimiento

(regulares) como de tipo irregular. Se utilizaron dos fuentes de datos: la espectral de la imagen Landsat-TM y la provenientes de los inventarios forestales. Como apoyo en la colecta de datos, se utilizaron fotografías aéreas escala 1:20,000 en blanco y negro, cartas topográficas editadas por INEGI en escala 1:50,000 y Sistema de Posicionamiento Global.

**MÉTODOS.** Para el procesamiento de la imagen y extracción de la información espectral se utilizó el software IDRISI versión 4.1. Se procedió a correr un análisis de regresión lineal simple, para evaluar primero el grado de asociación entre los valores de reflexión de las bandas de satélite y los valores de la variable volumen tomados de campo, para proceder a la construcción de los modelos de predicción efectivos y finalmente evaluar la capacidad predictiva en términos de un esquema de evaluación de lo esperado (estimado) contra lo observado (volumen en 28 parcelas de muestreo localizadas al azar dentro de los cinco predios evaluados) y el valor promedio de las diferencias. También se obtuvieron modelos a partir del radio de bandas 5/1 y del primer componente de un Análisis de Componentes Principales (ACP). El mejor modelo predictivo fue seleccionado en base a su simplicidad,

valor de  $r^2$ , comportamiento de sus residuales y su valor de significancia.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Los resultados mostraron en todos los casos una relación inversa entre los datos de volumen y los valores de reflectancia de las bandas de Landsat-TM, concordando con los resultados obtenidos por Ripple *et al.* (1981), quienes emplearon imágenes de satélite Landsat TM y SPOT, sugiriendo que estas relaciones se debieron al efecto de la actividad fotosintética y contenido de humedad de los estratos arbóreos, así como los efectos microclimáticos causados por doseles cerrados, los cuales mantienen condiciones de alta humedad interna en los rodales, efectos que producen bajos valores de reflexión de la energía.

A nivel predio, los valores de determinación fluctuaron entre -0.86 en el predio de San Elías para la banda 2, y una  $r = -0.93$  en el predio El Yeposo para la banda 4. Los valores más bajos de  $r$  se registraron para la asociación con los datos de la banda 2, a excepción del predio Guayeneachi (con la banda 1) y Sopeneachi (banda 5). Los mayores valores para los coeficientes de determinación se obtuvieron para la asociación de volumen con la banda 4.

**DISCUSIÓN y CONCLUSIONES** Los resultados obtenidos en este estudio, permiten al manejador de los recursos naturales, aplicar la tecnología de imágenes Landsat-TM para monitorear y evaluar diversos atributos de los bosques de la zona montañosa de Chihuahua. El volumen forestal mostró patrones de conexión con la mayoría de las bandas del satélite. Aunque los coeficientes de correlación entre el volumen de madera y las bandas fluctuaron entre predios, los valores tendieron a ser altos en relación a lo que

se esperaba. En general, el volumen forestal mostró consistencia en su relación con la banda 4, en todos los predios evaluados. La capacidad de predicción de esta banda, se manifestó en la ecuación general de regresión, al mostrar el más alto coeficiente de determinación ( $r^2=0.68$ ). No obstante, la aplicación de la ecuación produjo altas fluctuaciones para estimar volumen de obstatante, la aplicación de la ecuación produjo altas fluctuaciones para estimar volumen de madera a nivel de pixel. Aunque este nivel de estimación se considera adecuado para estimar el volumen de madera sobre una base regional, a nivel de rodal presenta desventajas para los inventarios forestales.

#### LITERATURA CITADA

- Franklin, J., T.L. Logan., C.E. Woodcock y A.H. Strahler. 1986. Coniferous forest classification and inventory using Landsat and digital Terrain data. IEEE. Trans. Geosc. Remote sens. 24:139.
- Ripple, W.J., S. Wang., D.L. Isaacson y D.P. Paine. 1991. A preliminary comparison of Landsat Thematic Mapper and SPOT-1 HRV multispectral data for estimating coniferous forest volume. 12:1971-1977.

## ESTRUCTURA HORIZONTAL DE ESPECIES ARBÓREAS EN UN BOSQUE TROPICAL DE LA COSTA DE JALISCO, MÉXICO.

Efraín Abundio Ramírez  
Agustín Gallegos Rodríguez  
Oscar Alberto Aguirre Calderón<sup>3</sup>

**Introducción.** Un aspecto importante dentro del manejo de los bosques tropicales es el conocimiento de su estructura, refiriéndose a esta como densidad, área basal y distribuciones diamétricas (Poorter *et al.* 2001). Prodan *et al.* (1997) mencionan que el conocimiento de la estructura del rodal es fundamental para prescribir las intervenciones de manejo y más aún para determinar el rendimiento de los bosques. Louman (2001) se refiere a estructura como distribución de individuos y tamaños por clases de edad o tamaño.

**Objetivos.** Describir la estructura horizontal en términos de distribución de clases diamétricas, y el área basal. Comparar las distribuciones diamétricas de las especies con mayor peso ecológico. Determinar el grado de heterogeneidad para el bosque.

**Materiales.** El estudio se realizó en la microcuencia "La Quebrada" Municipio de Tomatlán, Jalisco, con una superficie de 4600 ha, que se localiza a una latitud N de 20° 00' 41.81" y con una Longitud W de 105° 06' 41.47". El tipo de vegetación es Bosque Tropical subcaducifolio. Para realizar este trabajo se dispuso de los datos del inventario forestal realizado por Gallegos *et al.* (2001), el cual consistió en un muestreo sistemático de 357 sitios circulares con distancias entre líneas de 500 m y entre sitios de 250 m<sup>2</sup> comp parcelas permanentes circulares de 500 m<sup>2</sup>, (0.05 ha), lo que representa un 0.4 % de intensidad de muestreo

**Métodos.** Se aplicó el índice de Valor de Importancia de Curtis & McIntosh para las especies encontradas. De las especies con mayor IVI se elaboraron clases diamétricas y así como para el bosque en conjunto. Para determinar el grado de heterogeneidad del bosque, se utilizó la metodología sugerida por Lamprecht (1990), basada en la frecuencia absoluta de las especies presentes y agrupándose en 5 clases para todo el bosque. Donde valores altos en las frecuencias IV y V y bajos en I y II indican una composición florística parecida u homogénea. Valores altos en I y II significan una heterogeneidad florística acentuada.

**Resultados.** La distribución de individuos por clase diamétrica para todo el bosque muestra la clásica "J" invertida figura 1. De acuerdo con la distribución de las especies, el 52 % de la totalidad de los árboles se concentra en la clase de 10 cm y el 21 % en la clase de 20 cm. Cinco especies mostraron altos valores de IVI, *Brosimum alicastrum*, *Hura polyandra*, *Tabebuia rosea*, *Bursaria simaruba* y "desconocidas". Las primeras cuatro especies muestran una tendencia discontinua en las dos primeras clases, y a partir de la categoría de 20 cm de DAP su comportamiento es normal.

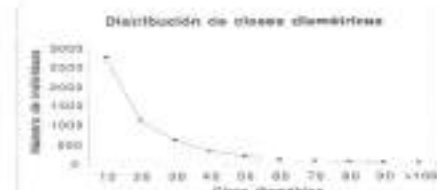


Figura 1. Clases diamétricas para el bosque. La distribución de "desconocidos" muestra un comportamiento normal, incluso mejor que la especie con valor alto de IVI. Con respecto al análisis de frecuencias absolutas, (fig. 2), se muestra que en la clase I se concentra el 92 % de las especies, es decir 138 especies, mientras que en la clase II y III el 6 % y 2 %, con 9 y 3 especies respectivamente.

Tesista DPF-CUCBA-UdG caobena@yahoo.com  
2 Profesor-Investigador DPF- CUCBA-UdG  
gr09528@cucba.udg.mx  
3 Profesor-Investigador-FCF-UANL  
oaguine@fci.uanl.mx

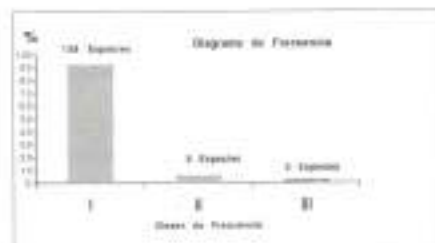


Figura 2. Clases de frecuencia

**Discusiones y conclusiones.** El 73 % de las individuos se concentra en las dos primeras clases diamétricas. Veillon (1997) reportó proporciones semejantes para un bosque tropical en Venezuela. En este aspecto Louman (2001), menciona que es un indicativo de que el bosque es dinámico y no requiere intervenciones específicas para mantener la estructura existente, aunque es necesario revisar la proporción de especies comerciales y no comerciales. La distribución diamétrica encontrada se puede considerar normal, para este tipo de bosque.

La distribución discontinua que presentan *Brosimum alicastrum*, *Hura polyandra*, *Tabebuia rosea*, *Bursera simaruba* puede ser debido a los requerimientos específicos para su regeneración, establecimiento, y el grado de alteración.

De las clases de frecuencia, la mayoría de las especies se concentran en la primera ya que son poco distribuidas en la zona y según el IVI mantienen bajos valores de área basal. Es probable que esta proporción vaya bajando conforme transcurre el tiempo. Los resultados muestran que se trata de un bosque con una composición muy heterogénea.

#### Bibliografía citada.

Gallegos, R. A. y Hernández, A. E. 2001. Reporte Técnico del Proyecto Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el Manejo de Bosques Tropicales en La Región Costa de Jalisco, México, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

Lamprecht H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, Eschborn, Alemania. Pp 335.

Louman B. 2001. Levantamiento de información y toma de decisiones. Pp 175-228. En: Silvicultura de bosques húmedos latifoliados con énfasis en América Central. Louman *et al* eds. CATIE Serie Técnica, Manual Técnico No. 46. Turrialba Costa Rica.

Prodan M, Peters R, Cox F, Real P. 1997. Mensura Forestal. GTZ-IICA: Serie de Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible, San José Costa Rica. 586 pp.

Poorter L, Boot R, & Zuidema A. 2001. Estructura de especies arbóreas en un bosque húmedo tropical en el Norte de la Amazonia Boliviana. Pp 57-76. En: Mostacedo B y Frederiksen T. Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia, Santa Cruz, Bolivia.

Veillon J.P. 1997. Los bosques naturales de Venezuela. Parte II: Los bosques tropicales veraneros del Bosque Seco Tropical. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, 127p.

Agradecimiento al CONACYT por el financiamiento otorgado para la realización del proyecto 31808-B.

## EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE COMPETENCIA INDEPENDIENTES DE LA DISTANCIA CON MODELOS DE CRECIMIENTO EN DIÁMETRO EN *Pinus cooperi* BLANCO

Arturo G. Valles Gándara<sup>1</sup>, Rubén F. González Laredo<sup>2</sup>, Alberto Gallegos Infante<sup>3</sup>, Juan M. Torres Rojo<sup>4</sup>, José de J. Nívar Cházar<sup>4</sup> y Manuel Rocha Fuentes<sup>4</sup>

**INTRODUCCIÓN.** En bosques naturales con variedad de estructuras las predicciones en el crecimiento se dificultan, en estos casos los modelos de crecimiento de árboles individuales son quizás la mejor opción para describir el crecimiento bajo estas complejas condiciones (Hilt y Teck, 1987). En estos rodales irregulares, con frecuencia se emplea modelos de crecimiento de árboles individuales en función de la distancia (Bruca y Wenzel, 1987). Sin embargo, en México la estimación de la competencia es un tema nuevo y muchas veces no se dispone de información suficiente para su estimación; en este sentido, resulta de particular importancia para la silvicultura evaluar índices que no incorporan la distancia, sino más bien las dimensiones de los árboles para estudiar la competencia independiente de la distancia (Glover y Hool, 1979).

<sup>1</sup> INIFAP, Durango, Dgo. agvalles@nrcmail.com.mx

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Durango, Estudios de Posgrado e Investigación, ruben@scierol.com; jinfante1@stamedia.com; dr\_rocha@yahoo.com

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Docencia Económica, juanmanuel.torres@cide.edu

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales; jnavar@cordsluanl.mx

**Palabras claves:** *Pinus cooperi* Blanco, índices de competencia, predicción del crecimiento de árboles individuales, recursos naturales renovables.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se estudió la relación de once índices de competencia independientes de la distancia, que incorporan los atributos individuales de los árboles áreas basales, diámetros, alturas amplitudes y longitudes de copa y la densidad por hectárea. El estudio de cada índice se evaluó a través de modelos de crecimiento en diámetro.

$$IAB = \frac{\sum (\pi(D_j/2)^2) / n}{\pi(D_i/2)^2} \quad (1)$$

$$IABD = \frac{\sum (\pi(D_j/2)^2) / n}{\pi(D_i/2)^2} \quad (na/ha) \quad (2)$$

$$IAM = \frac{\sum (AT_j) / n}{(AT_i)} \quad (3)$$

$$IAMD = \frac{\sum (AT_j) / n}{(AT_i)} \quad (na/ha) \quad (4)$$

$$IDC = \left[ \frac{(\sum D_j^2) / n}{(D_i^2 / 100)} \right] \quad (5)$$

$$IDCD = \left[ \frac{(\sum D_j^2) / n}{(D_i^2 / 100)} \right] \quad (na/ha) \quad (6)$$

$$ILC = \frac{\sum (AT_j - AF_j) / n}{(AT_i - AF_i)} \quad (7)$$

$$ILCD = \frac{\sum (AT_j - AF_j) / n}{(AT_i - AF_i)} \quad (na/ha) \quad (8)$$

$$LAC = \frac{\sum (Rcn_j + Rcs_j + Rce_j + Rco_j) / 4}{(Rcn_i + Rcs_i + Rce_i + Rco_i) / 4} \quad (9)$$

$$LACD = \frac{\sum (Rcn_j + Rcs_j + Rce_j + Rco_j) / 4}{(Rcn_i + Rcs_i + Rce_i + Rco_i) / 4} \quad (10)$$

$$IABT = \frac{\sum (\pi(D_j/2)^2)}{\pi(D_i/2)^2} \quad (11)$$

Donde: IAB= índice de área basal de Glover y Hool (1979), IABD índice de área basal densidad, IAM índice de altura media, IAMD índice de altura media densidad, IDC índice diámetro cuadrático, IDCD índice de diámetro cuadrático densidad, ILC índice de longitud de copa, ILCD índice de longitud de copa densidad, IAC índice de amplitud de copa, IACD índice de amplitud de copa densidad, IABT índice de área basal total, DJ= diámetro normal en centímetros del árbol competidor "j", D1 = diámetro del árbol sujeto "i", na<sub>ij</sub> = número de árboles por hectárea, AT<sub>j</sub> = altura del competidor en metros, AT<sub>i</sub> = altura del árbol sujeto, LC<sub>j</sub> = longitud de copa del competidor, LC<sub>i</sub> = longitud de copa del sujeto, Rcn<sub>j</sub> = radio de copa norte en metros del competidor, Rcs<sub>j</sub> = radio de copa sur del competidor, Rce<sub>j</sub> = radio de copa este del competidor, Rco<sub>j</sub> = radio de copa oeste del competidor, Rcn<sub>i</sub> = radio de copa norte del sujeto; las demás literales con los subíndices "i" corresponden a los árboles sujetos, n = número de competidores dentro de una parcela de muestreo. Los índices se evaluaron con base en la contribución de cada uno dentro del modelo de acuerdo al grado de ajuste (R<sup>2</sup>), la varianza y la prueba de hipótesis de los estimadores. Los modelos utilizados son:

$$\begin{aligned}
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3a} + e & \dots(1) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3b} + e & \dots(2) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3c} + e & \dots(3) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3d} + e & \dots(4) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3e} + e & \dots(5) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3f} + e & \dots(6) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3g} + e & \dots(7) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3h} + e & \dots(8) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3i} + e & \dots(9) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3j} + e & \dots(10) \\
 y &= \beta_1 x_{12} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{3k} + e & \dots(11)
 \end{aligned}$$

Donde x<sub>1</sub> es el diámetro normal a la segunda potencia en centímetros, x<sub>2</sub> es el índice de sitio a una edad de 50 años, x<sub>3a</sub> índice de área basal de Glover y Hool's, x<sub>3b</sub> índice de área basal densidad (na<sub>ij</sub>), x<sub>3c</sub> índice de altura media, x<sub>3d</sub> índice de altura media densidad, x<sub>3e</sub> índice de diámetro cuadrático, x<sub>3f</sub> índice de diámetro cuadrático densidad, x<sub>3g</sub> índice de longitud de copa, x<sub>3h</sub> índice de longitud de copa densidad, x<sub>3i</sub> índice de amplitud de copa, x<sub>3j</sub> índice de amplitud de copa densidad, y x<sub>3k</sub> índice de área basal total.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** El Cuadro 1 resume las estadísticas de regresión (R<sup>2</sup>, CME, T y Pr >|T|) para los modelos con las once combinaciones de índices de competencia. En dicho cuadro se observa poca variación en el R<sup>2</sup> de ambos modelos, lo que puede deberse a que

todos los índices son independientes de la distancia y ello hace que el ajuste sea constante. En los índices de competencia que incluyen el número de árboles por hectárea (D) el R<sup>2</sup> decrece en la mayoría de ellos excepto para el índice de área basal de Glover y Hool, esto permite deducir que dicho índice experimenta una mejora considerable en la predicción del crecimiento en diámetro al incluirse el número de árboles por hectárea en la parcela, situación que en su momento no fue considerada por Glover y Hool (1979).

**Cuadro 1. Estadísticas relevantes en la evaluación de índices de competencia**

Índice	R <sup>2</sup>	CME	T	Pr > T
IAB	0.66	2.26	-3.85	0.0001
IABD	0.67	2.20	-9.91	0.0001
IAM	0.66	2.26	-2.74	0.0080
IAMD	0.66	2.27	0.65	0.5117
IDC	0.66	2.19	-13.6	0.0001
IDCD	0.67	2.19	-10.3	0.0001
ILC	0.67	2.16	-12.3	0.0001
ILCD	0.67	2.19	-10.2	0.0001
IAC	0.66	2.22	-4.29	0.0001
IACD	0.66	2.22	-6.02	0.0001
IABT	0.67	2.20	-9.67	0.0001

También, se observa un buen ajuste en la mayoría de los modelos, dado que ellos explican casi 70% de la variación en el crecimiento (Cuadro 1) y la prueba de "F" mostró significancia satisfactoria en nueve de ellos. Respecto a estos índices, se aprecia una estrecha relación con el crecimiento, a juzgar por los estadísticos de sus estimadores, pues los valores de Pr >|T| entre el crecimiento en diámetro y su índice de competencia no muestran variación 0.0001. Puesto que el valor del estadístico ITI es una medida que refleja la eficiencia de los estimadores en un modelo de regresión, se deduce que los índices de competencia IAB, IABND IDC, IDCD, ILC, ILCD, IAC, IACD e IABT, incluidos en un modelo cuadrático, son los más apropiados (entre los estudiados) para predecir el crecimiento en diámetro, ya que presentaron los mayores valores de ITI (Cuadro 1). Sin embargo, de acuerdo con el estadístico de ITI, se aprecia que los índices IDC e ILC muestran una superioridad sobre todos los demás (T=-13.657 y T=-12.332). Respecto al índice IDC, se deduce que posiblemente su bondad se daba a que considera una relación de competencia, acorde con la heterogeneidad que presenta un bosque irregular al considerar la característica del diámetro cuadrático; ya que a medida que la masa es más irregular, la situación competitiva de cada árbol es más heterogénea. De ahí que un método de competencia sea más eficiente

para predecir el crecimiento en diámetro cuando se incluyan medidas que dan respuesta al efecto de competencia en tales condiciones. Con relación a la habilidad del índice ILC se infiere que su eficiencia se deba a que es un índice potencialmente natural tal y como lo indica Daniels *et al.* (1986); puesto que los autores definen que la longitud de copa viva (LCV), es un índice independiente de la distancia natural del potencial fotosintético del árbol y que por otra parte, LCV está en función de la presión lateral que ejercen los árboles vecinos con los árboles sujetos a competencia. Al respecto, lo anterior concuerda con lo indicado por Martín y Ek (1984) ya que ellos, deducen que los índices independientes de la distancia son también exactos para la predicción del crecimiento en diámetro; asimismo, Biging y Dobbertin (1995) concluyeron que los modelos de crecimiento en diámetro mejoran con la inclusión de índices independientes de la distancia o técnicas de medición de la densidad puntual. Respecto al mejor índice como es el IDC, este concuerda con lo encontrado por Biging y Dobbertin (1995) puesto que los autores indican que los índices de competencia tamaño relativo independientes de la distancia, son ligeramente mejores sobre los que consideran información de la copa.

**CONCLUSIONES.** Con base en los criterios usados en el estudio (R<sup>2</sup>, CME, Y Pr >|T|) los mejores índices de competencia independientes de la distancia para la predicción uniforme del crecimiento en diámetro en la especie de *Pinus cooperi* Blanco son en orden creciente el índice de diámetro cuadrático "IDC" y el índice de longitud de copa "ILC" ambos resultaron buenos predictores del crecimiento en diámetro.

#### LITERATURA CITADA

- Biging, G. S. and M. Dobbertin. 1995. Evaluation of competition indices in individual tree growth models. For. Sci. 41(2): 360 - 377
- Bruce, D. and L. C. WenseL. 1987. Modelling forest growth approaches, definitions, and problems. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC- 120, pp: 1-8.
- Daniels, R. F., H. E. Burkhardt, and T. R. Clason. 1966. A comparison of competition measures for predicting growth of loblolly pine trees. Can. J. For. Res. 16: 1230-1237.
- Glover, G. R. and J. N. Hool. 1979. A basal area ratio predictor of loblolly pine plantation mortality. For. Sci. 25: 275-282.
- Hill, D.E and R.M., Teck. 1987. Individual -tree diameter growth model for Northern new

England. Presented at the IUFRO Growth and Yield Modeling and Prediction Conference, Minneapolis, MN, p 86-92.

Martin, R. M. and A. R. Ek. 1984. A comparison of competition measures and growth models for predicting plantation red pine diameter and height growth. For. Sci. 30(3): 731-743.



## EVALUACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA PREDICCIÓN UNIFORME DEL CRECIMIENTO EN *Pinus cooperi* BLANCO

Arturo G. Valle Gándara<sup>1</sup>, Rubén F. González Laredo<sup>2</sup>, Alberto Callegos Infante<sup>3</sup>, Juan M. Torres Rojas<sup>4</sup>, José de J. Nívar Cházlez<sup>4</sup> y Manuel Rocho Fuentes<sup>5</sup>

**INTRODUCCIÓN.** El estudio de los modelos de crecimiento, representan para la silvicultura una herramienta útil para definir el manejo correcto de los rodales y crear las condiciones necesarias para que los bosques sean manejados bajo esquemas de producción sostenida con criterios sustentables. Sobre el respecto, en la estimación del crecimiento en bosques irregulares, con frecuencia se recomienda el empleo de modelos de crecimiento de árboles individuales en función de la distancia, es decir, aquellos que consideran el efecto de la competencia (Bruce y Wensel, 1987). Sin embargo, los modelos de este tipo a la fecha desarrollados sólo explican del 66 al 70 por ciento en la variabilidad del crecimiento. Una alternativa importante en la búsqueda de modelos mucho más precisos, es a través del estudio de nuevos modelos o bien incorporando nuevas variables de respuesta en los modelos matemáticos.

<sup>1</sup> INFAP, Durango, Dgo. [agvalle@hotmail.com.mx](mailto:agvalle@hotmail.com.mx)  
<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Durango, Estudios de Postgrado e Investigación. [rubench@icorrida.com](mailto:rubench@icorrida.com); [infante@estamveda.com](mailto:infante@estamveda.com); [dr\\_rocho@yahoo.com](mailto:dr_rocho@yahoo.com)  
<sup>3</sup> Centro de Investigación y Docencia Económica. [juanmanuel.torres@ciide.edu](mailto:juanmanuel.torres@ciide.edu)  
<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. [jnavar@ccr.de.luan.mx](mailto:jnavar@ccr.de.luan.mx)

**Palabras clave:** *Pinus cooperi* Blanco; índices de competencia; predicción del crecimiento de árboles individuales; recursos naturales renovables.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se evaluaron tres familias de modelos de crecimiento lineales (Ec. 1-6), cuadráticos (Ec. 7-12) y logarítmicos (Ec. 13-18). Para el ajuste de los modelos matemáticos se empleó el Sistema de Análisis Estadístico SAS con el procedimiento PROC REG para los modelos lineales empleando cuadrados mínimos ordinarios (CMO).

$$\begin{aligned} Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (1) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (2) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (4) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (5) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (6) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (7) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (8) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (9) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (10) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (11) \\ Y &= \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 & (12) \\ LY &= \beta_1 X_1 EM + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 EM + \beta_5 & (13) \\ LY &= \beta_1 X_1 EM + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 EM + \beta_5 & (14) \\ LY &= \beta_1 X_1 EM + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 EM + \beta_5 & (15) \\ LY &= \beta_1 X_1 EM + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 EM + \beta_5 & (16) \\ LY &= \beta_1 X_1 EM + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 EM + \beta_5 & (17) \\ LY &= \beta_1 X_1 EM + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 EM + \beta_5 & (18) \end{aligned}$$

Donde: Y es el incremento periódico en diámetro, LY el logaritmo del incremento periódico en diámetro, X<sub>1</sub> es el diámetro a la altura del pecho, X<sub>2</sub> el índice de silo, X<sub>3</sub> índice de competencia de área basal densidad, X<sub>4</sub> índice de competencia de altura media, X<sub>5</sub> índice de competencia de diámetro cuadrático, X<sub>6</sub> índice de competencia de amplitud de copa, X<sub>7</sub> índice de competencia de longitud de copa, X<sub>8</sub> índice de competencia de área basal total, X<sub>9</sub> relación de forma o genética, X<sub>10-12</sub> logaritmo de la altura total entre edad media, X<sub>13-18</sub> relación de forma entre edad media.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** El Cuadro 1 resume las estadísticas de regresión de las tres familias de modelos matemáticos. Se observa una variación mínima entre el mejor modelo 3 lineal (R<sup>2</sup>=0.7143) y el mejor modelo 9 cuadrático (R<sup>2</sup>=.7131). Lo anterior se corrobora con la varianza en dichos modelos con valores de CME=1.96274 y CME=1.97049 en ese mismo orden. A juzgar por el coeficiente de variación, también se aprecia una variación no significativa con CV=64.6 para el modelo 3 y un CV=64.7 para el modelo 9. Respecto a la familia tres de modelos logarítmicos, se aprecia una mejora considerable en el ajuste, al deducir por los estadísticos de los análisis de varianza, estos presentaron valores de R<sup>2</sup> muy superiores respecto a las otras dos familias pues el menor coeficiente de determinación dentro de la familia tres fue de R<sup>2</sup>=.9650 y el máximo con un R<sup>2</sup>=.9653. Esto mismo se corrobora al comparar el cuadrado medio del error, pues sus valores son muy bajos. Por ejemplo, el valor del cuadrado medio del error para el mejor modelo lineal es de CME=1.96274 y

este mismo estadístico para el mejor modelo logarítmico es de un CME =0.92469, dicha reducción en la varianza del modelo es muy considerable y sobrepasa 100 en términos porcentuales. La superioridad de los modelos logarítmicos sobre los lineales, se muestra más claramente en el coeficiente de variación con una reducción superior al 300 por ciento pues mientras que en el mejor modelo lineal el CV es de 64.6 en el mejor modelo logarítmico es de sólo 18.9. En estos modelos todavía se aprecia el efecto de la inclusión del índice de competencia; ya que en el modelo 16 pues la predicción en el crecimiento es más exacta. Lo referido anteriormente concuerda con lo expuesto por Martín y Ek (1984). Ellos indican que los índices independientes de la distancia son también exactos para la predicción del crecimiento; asimismo, Biging y Dobbertin (1995) reafirman que los modelos de crecimiento en diámetro se mejoran con la inclusión de índices independientes de la distancia o técnicas de medición de la densidad puntual.

Cuadro 1. Estadísticas relevantes en el ajuste de modelos matemáticos

Modelo	R <sup>2</sup>	CME	CV
Modelo 1	0.7020	2.13147	65.986
Modelo 2	0.6954	2.06821	66.743
Modelo 3	0.7143	1.96274	64.626
Modelo 4	0.6997	2.06201	66.276
Modelo 5	0.7077	2.00771	65.782
Modelo 6	0.7098	2.05815	65.344
Modelo 7	0.7021	2.04626	66.036
Modelo 8	0.6952	2.05571	66.767
Modelo 9	0.7131	1.97049	64.775
Modelo 10	0.6994	2.06456	66.301
Modelo 11	0.7076	2.00856	65.585
Modelo 12	0.7020	2.04743	66.326
Modelo 13	0.9651	0.92469	19.015
Modelo 14	0.9651	0.93709	19.015
Modelo 15	0.9593	0.93876	19.028
Modelo 16	0.9653	0.92468	18.930
Modelo 17	0.9652	0.92806	19.302
Modelo 18	0.9651	0.92566	19.301

Con relación al modelo 16, su mejora se le atribuye a dos factores importantes. Uno de ellos es referente la reducción de la varianza a través de transformación logarítmica; sin embargo, no siempre es así, pues con frecuencia las transformaciones logarítmicas casi siempre afectan la eficiencia de los estimadores con valores de ITI muy bajos y relaciones lógicas en los signos de los parámetros, mas bien la mejora del modelo logarítmico se le atribuye a la inclusión y transformación de variables de respuesta favorables a la relación funcional del modelo del fenómeno bajo estudio. Lo anterior concuerda con lo indicado por Vanclay (1995), donde el autor indica que los modelos se mejoran con la

inclusión de variables de respuesta favorables. En ese sentido, se deduce de acuerdo a los anovas practicados, que la mejora de modelo se debe a la incorporación de la edad media en  $\beta_1$  (X<sub>10</sub>/EM) esto hace que se agrupe la variabilidad tan fuerte que existe en un bosque irregular en donde hay parcelas de árboles con estratos uniformes en edad y también muy heterogéneos con una fuerte variación en edades. Este mismo efecto de la edad media el modelo lo experimenta en  $\beta_4$  (X<sub>4</sub>/EM). Con estos resultados, la variable edad media de la parcela se ha convertido en un predictor importante que uniformiza la variabilidad en el crecimiento para bosques irregulares.

**CONCLUSIONES.** Con base en los criterios usados en el estudio (R<sup>2</sup>, CME, y CV) el mejor modelo independiente de la distancia para la predicción uniforme del crecimiento en diámetro en la especie de *Pinus cooperi* Blanco, es el modelo 16 logarítmico. Dicho modelo resultó buen predictor en el crecimiento en diámetro. Sin embargo, debido a la naturaleza en el ajuste del modelo, aún cuando la prueba de colinealidad no refleja el problema, puede existir una tendencia hacia la existencia de la relación serial entre las variables de respuesta. En ese sentido, en un futuro se estudiaran procedimientos de ajuste con modelos de redes neuronales artificiales, que permitan incluir un mayor número de variables y reducir el problema de la colinealidad en modelos de regresión múltiple y con una mayor exactitud en la estimación en las proyecciones del crecimiento en bosques naturales en Durango.

### LITERATURA CITADA

Biging, G. S. and M. Dobbertin. 1995. For. Sci. 41(2):360 - 377  
 Bruce, D. and L. C. Wensel. 1987. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC- 120, pp: 1-8.  
 Martín, R. M. and A. R. Ek. 1984. For. Sci. 30 (3): 731-743.  
 Vanclay, J.K. 1995. Growth models for tropical forests: A synthesis of models and methods. For. Sci. 41(1):7-42

## IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA REGIÓN DE BABICORA UTILIZANDO IMÁGENES DE SATÉLITE

Soraya Puga Terrazas, Carmelo Pinedo Álvarez, Gustavo Quintana Martínez y Manuel Sosa Cerecedo.

Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua

**Introducción:** La tarea de conciliar el uso de los recursos naturales con un desarrollo sustentable de los mismos, debe de convertirse en una prioridad en el manejo de nuestras comunidades forestales. El aprovechamiento forestal en el estado de Chihuahua, es una de las actividades primarias de mayor importancia económica, sin embargo, la tecnología utilizada no ha sido la más adecuada para lograr la preservación de los bosques. El estudio de los recursos naturales utilizando tecnología satelital, es una nueva alternativa para realizar un buen manejo del recurso forestal, aún más cuando se trata de imágenes IKONOS de alta resolución. **Objetivo:** determinar la estructura de la vegetación actual, incorporarla a las imágenes IKONOS y determinar a nivel píxel las especies arbóreas dominantes. **Materiales:** El estudio se realizó en la región de la Alta Babicora, en el occidente del estado de Chihuahua, con clima semi-frío y sub-húmedo, vegetación con pastizal mediano y amacollado arbosufrutescente y arborescente, topografía de plana a quebrada. Se utilizó una imagen IKONOS de alta resolución. La escena fue tomada el 6 de junio del 2001; tiene una superficie de 17,059.63 ha. (Aeroterra S.A., 2002) Cartografía y GPS. **Métodos:** El muestreo de campo se realizó utilizando la metodología GAP (GAP, 1996). Para el muestreo de especies arbóreas forestales se tomaron 60 puntos (árboles) entre las 4 especies dominantes, pino real, encino, táscate y pino piñonero, ubicándolos

con GPS y ubicándolos en la imagen usando una computadora portátil. El procesamiento de la imagen se realizó usando el programa Idrisi 32, realizando la corrección atmosférica, la geométrica, así como las estadísticas geomáticas espaciales (Chuviaco, 1990). La información de campo se analizó con el paquete Statgraphics mediante análisis de conglomerados, mediante el vecino más cercano. **Resultados:** Se identificaron las asociaciones vegetales encontrando 7 clases de vegetación en base a cubierta aérea Brown, *et al*, (1993) y Puga, (2002), una de cultivo y una más de cuerpos de agua o zonas húmedas, lo que dio un total de 9 clases, las cuales fueron tomadas para el proceso de la clasificación supervisada de la imagen, donde se utilizó la fase de asignación de mínima distancia. Se lograron identificar 4 clases que no correspondieron a las de asociaciones vegetales encontradas en campo, por lo que se procedió al muestreo de especies individuales, donde se pudieron identificar a las 4 especies arbóreas señaladas, así como los otros componentes los cuales fueron: zonas húmedas, pastizales, áreas de cultivo y caminos. Se obtuvieron los valores espectrales de cada clase por banda; los valores más altos fueron para áreas de pastizal y de cultivo y los más bajos para zonas húmedas y zonas de pino real. **Discusiones:** En virtud de que se trata de un área de transición existe una mezcla de especies por lo que fue difícil su identificación en la imagen, sin

embargo, a nivel de especies se logró una mayor claridad, dada la alta resolución de la imagen (4 x 4 m) Cihlar, *et al* (2000). Tomando en cuenta que este trabajo es inicial, deberán buscarse áreas con mayor homogeneidad y mayor superficie para no solo identificar las especies sino también para determinar su potencial forestal. **Conclusiones:** El uso de esta tecnología puede ser de gran utilidad para el manejo de los recursos naturales, especialmente los forestales, pero se requiere proseguir con estas investigaciones para adecuar más efectivamente los procesos metodológicos del procesamiento de imagen y el muestreo de campo.

### Bibliografía Citada:

- Aeroterra S.A., 2002. Lista técnica: IKONOS. Sitio web visitado en Enero 2002.  
<http://www.aeroterra.com/HTMs/IKONOS.htm>.
- Brown, J. F., T. R. Loveland, J. W. Merchant, B.C. Reed, and D.O. Ohlen. 1993. Using multisource data in global land-cover characterization: concepts, requirements, and methods. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 59: 977-987.
- Cihlar, J., R. Latifovic, J. Chen, J. Beaubien, Z. Li, & S. Magnussen. 2000. Selecting representative high resolution sample images for land cover studies: Part 2. Application to estimating land cover composition. *Remote sensing of environment*. 72, p.127-138.
- Chuviaco, E. 1990. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ed. Rialp. Madrid, España. p.450.
- GAP. 1996. A handbook for conducting gap analysis. USGS.
- Puga, T. S. 2002. Inventario de los recursos naturales de la región Madera. INAH. Fuerza Ambiental.

MODELOS BASE TAMAÑO, COMPETENCIA, SITIO Y RELACIÓN GENÉTICA PARA LA PREDICCIÓN DEL CRECIMIENTO EN *Pinus cooperi* BLANCO

Arturo G. Valles Gándara<sup>1</sup>, Rubén F. González Laredo<sup>2</sup>, Alberto Gallegos Infante<sup>3</sup>, Juan M. Torres Rojo<sup>3</sup>, José de J. Nívar Cháidez<sup>4</sup> y Manuel Rocha Fuentes<sup>2</sup>

INTRODUCCIÓN. El estudio sobre el crecimiento forestal es un tema relevante. Hoy en día los especialistas relacionan el medio ambiente, las características del sitio, o bien el efecto de la competencia de los árboles vecinos sobre el incremento y la productividad de los bosques, al respecto Reed *et al.* (1992) indica que dicho crecimiento es dependiente del genotipo de la especie. Al respecto Vargas y Adams (2001) indican que las características de la forma del árbol tienen una relación con el crecimiento individual. Por otra parte, los modelos de crecimiento a nivel árbol individual ofrecen ventajas favorables para una predicción más uniforme y exacta; Sin embargo, a la fecha dichos modelos de crecimiento no incorporan variables de tipo genético con el fin de mejorar la exactitud en las predicciones.

<sup>1</sup> INIFAP, Durango: agvalles@hotmail.com.mx

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Durango, Estudios de Postgrado e Investigación: ruben@cientist.com; rinfante1@ismmedia.com; dr\_rocha@yahoo.com

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Docencia Económica, juanmanuel.torres@cide.edu

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, jnavar@ccf.cel.uanl.mx

**Palabras clave:** *Pinus cooperi* Blanco, predicción del crecimiento, relación genética, variables de respuesta independientes, recursos naturales renovables.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se evaluó a través de modelos lineales la relación tamaño, sitio. Además, se investigaron índices de competencia independientes de la distancia y la relación de forma (RF) ó genética en la predicción del crecimiento en diámetro en un bosque irregular y mezclado de *Pinus cooperi* Blanco en Durango. También, se estudiaron modelos de regresión no lineal para el crecimiento en diámetro entre ellos, la función de Chapman Richards. En dichos modelos la convergencia de los estimadores fue satisfactoria; sin embargo tales resultados no se presentan aquí puesto que la interpretación de la significancia de los estimadores no puede ser totalmente

comparable con los siguientes modelos lineales:

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICA_0 D + \beta_4 RF \dots (1)$$

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICAM + \beta_4 RF \dots (2)$$

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICDC + \beta_4 RF \dots (3)$$

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICAC + \beta_4 RF \dots (4)$$

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICLC + \beta_4 RF \dots (5)$$

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICA_0 T + \beta_4 RF \dots (6)$$

$$y = \beta_1 DAP^2 + \beta_2 IS + \beta_3 ICA_0 D + \beta_4 RF \dots (7)$$

$$y = \beta_1 DAP^2 + \beta_2 IS + \beta_3 ICAM + \beta_4 RF \dots (8)$$

$$y = \beta_1 DAP^2 + \beta_2 IS + \beta_3 ICDC + \beta_4 RF \dots (9)$$

$$y = \beta_1 DAP^2 + \beta_2 IS + \beta_3 ICAC + \beta_4 RF \dots (10)$$

$$y = \beta_1 DAP^2 + \beta_2 IS + \beta_3 ICLC + \beta_4 RF \dots (11)$$

$$y = \beta_1 DAP + \beta_2 IS + \beta_3 ICA_0 T + \beta_4 RF \dots (12)$$

Donde: y es el incremento periódico en diámetro, DAP diámetro a la altura del pecho, IS índice de sitio a una edad base de 50 años, ICA<sub>0</sub> índice de competencia de área basal de Glover y Hool (1979) modificado por densidad (D), ICAM índice de competencia de altura media, ICDC índice de competencia de diámetro cuadrático, ICLC índice de competencia de longitud de copa e ICA<sub>0</sub>T índice de competencia de área basal total, RF relación diámetro de tocón diámetro normal

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN** Los resultados de los análisis de varianza de los 12 modelos se resumen el Cuadro 1, respecto a su R<sup>2</sup>, CME, Prob.>F y Prob.>|T| para β3 y β4, encontrándose en las dos familias de modelos una variación mínima tanto para el modelo lineal y el cuadrático. Se observa un buen ajuste en la mayoría de los modelos, dado que ellos explican más 70% en la variación del crecimiento (Cuadro 1). Además, la prueba de "F" mostró alta significancia en todos los casos.

Cuadro 1. Estadísticas relevantes en modelos de crecimiento en diámetro en *Pinus cooperi* Blanco

Modelo	R <sup>2</sup>	CME	Prob.>F	T β <sub>3</sub>	T β <sub>4</sub>
Modelo 1	0.702	2.041	0.0001	-2.1	12.8
Modelo 2	0.695	2.092	0.0001	-3.4	13.2
Modelo 3	0.714	1.962	0.0001	-14.4	14.6
Modelo 4	0.699	2.063	0.0001	-7.2	13.2
Modelo 5	0.707	2.007	0.0001	-11.4	13.7
Modelo 6	0.703	2.036	0.0001	-9.5	13.1
Modelo 7	0.702	2.046	0.0001	-8.7	12.8
Modelo 8	0.695	2.093	0.0001	-3.2	13.2
Modelo 9	0.713	1.970	0.0001	-13.7	14.4
Modelo 10	0.699	2.064	0.0001	-7.1	13.1
Modelo 11	0.707	2.006	0.0001	11.4	13.7
Modelo 12	0.702	2.041	0.0001	9.1	13.1

Lo anterior, se puede deber a que el procedimiento de ajuste fue el mismo para ambos modelos sólo que el DAP se expresa en forma cuadrática en la segunda familia. Respecto a la contribución que cada índice hace incluido en un modelo matemático se aprecia que los modelos 3 y 9 son los que presentan los valores más altos en el estadístico T=-13.7 y T=14.4. Nuevamente se observa la contribución del índice de competencia de diámetro cuadrático (ICDC) en la mejora del modelo. Respecto a la variable RF se aprecia una clara relación con el crecimiento individual de *Pinus cooperi*. Esto último concuerda con lo indicado por Reed *et al.* (1992), Vargas y Adams (2001) en donde las características de forma tienen un efecto sobre el crecimiento individual de los árboles. Respecto a la relación de la variable RF con el crecimiento en diámetro, es evidente observar que conforme el árbol presenta una forma más cónica el crecimiento es mayor. Esto es muy probable que este asociado con el genotipo del árbol y los modelos al menos lo explican claramente.

**CONCLUSIONES.** Con base en los criterios usados en el estudio R<sup>2</sup>, CME, Prob. > F y prueba de |T| para β3 y β4, los mejores modelos para la predicción uniforme del crecimiento en diámetro en la especie de *Pinus cooperi* Blanco son el modelo 3 y 9. Respecto a los mejores índices son el índice de competencia de diámetro cuadrático ICDC y el índice de competencia de longitud de copa ICLC, ambos resultaron buenos predictores del crecimiento en diámetro. Finalmente, con relación a la variable relación de forma incluida en un modelo de crecimiento y de acuerdo a los análisis de varianza practicados se acepta la hipótesis de que la característica de forma tiene una relación positiva con el incremento de los árboles y masas forestales de *Pinus cooperi* y que es una medida indirecta de la característica genética y un buen predictor del crecimiento maderable en la especie bajo estudio.

LITERATURA CITADA

Reed, D.D., E.A. Jones, M.J. Holmes and L.G. Fuller. 1992. Modeling diameter growth in local populations: a case study involving four North American deciduous species. For. Ecol. Manage., 54:95-114.  
 Ritchie, M. W. and D. W. Hann. 1985. Equations for predicting basal area increment in Douglas-fir and Grand-fir. Oregon State University, College of Forestry For. Res. Lab. Bull. 51, 9 p.  
 Vargas H, J.J. y W.T. Adams. (2001). V Congreso Mexicano de Recursos Forestales, SEMERFO, CLICBA, p265.  
 Yang, R. C., R. Kozak, and J. H. G. Smith. 1978. The potential of Weibull-type functions as flexible growth curves. Can. J. For. Res. 8: 424-431.

MODELOS DE CRECIMIENTO PARA *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. DEL CLON PB-5/63 EN BUERGOS, TABASCO

Gustavo Rojo Martínez<sup>1</sup> y Jesús Jasso Mata

**INTRODUCCIÓN.** El conocimiento de la dinámica del crecimiento de las plantaciones forestales en distintos ambientes es de primordial importancia, ya que esto permite inferir la productividad del sitio, así como la respuesta de la especie de interés a los factores del medio ambiente, con esto se pueden hacer planes de manejo forestal en plantaciones de hule. *Hevea brasiliensis* es una especie de importancia socio-económica para el sureste de México, por lo que el objetivo de este estudio fue construir modelos de crecimiento en DAP, altura y volumen en pie de el análisis troncal de 50 árboles de esa especie en la región de Buergos en el Estado de Tabasco.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Para el estudio se utilizó la especie productora de hule, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., específicamente el clon PB-5/63 en la región de Buergos, Tabasco; se seleccionaron 16 sitios de muestreo temporal con variación en, altitud, exposición, pendiente y supuestamente en calidad de sitio. Para el análisis troncal se utilizaron 50 árboles extraídos de las parcelas temporales, donde se obtuvo la densidad, tipo de espaciamento, vegetación asociativa, descripción de suelo, y otras características del entorno.

A los 50 árboles se les midieron el DAP (diámetro a 1.30 m) y la altura del fuste (tronco) para cada edad. La altura de extracción de rodajas fue desde el nivel de tocón, entre 0.10 y 0.15 m luego cada 1 metro hasta la copa. El volumen en pie se obtuvo mediante las

fórmulas del método de Smalian.

Toda la información, una vez capturada y codificada se sometió al análisis estadístico respectivo (4), y obtención de resultados.

Para los ajustes se utilizaron modelos lineales y no lineales probados con anterioridad en otras especies (5). Los seis modelos de crecimiento utilizados para determinar índices de sitio son no lineales, pero pueden ser transformados en modelos lineales (2).

Posterior a la selección de modelos se realizó la comparación de modelos de crecimiento, se graficaron los valores de la altura dominante (Y) con la edad de los árboles (t), a través de un diagrama de dispersión obtenidos del análisis troncal individual de cada árbol a diferentes alturas. En este diagrama se revisaron los puntos alejados o puntos aberrantes (5), definidos como observaciones desviadas considerablemente del curso general, eliminándose sólo si éstos fueron causa de errores, para que no influyeran en la estimación de mínimos cuadrados y que guiaran a predicciones sesgadas.

Después se estimaron los parámetros de cada modelo por el procedimiento de cuadrados mínimos, para regresiones no lineales (2), con el fin de minimizar la suma de cuadrados residual (1;3).

Para desarrollar este procedimiento se utilizaron técnicas interactivas como las que utiliza el paquete estadístico SAS (4). En este paquete se utilizó el procedimiento de regresión no lineal (Non Linear Regression o NLIN) y el método utilizado fue el procedimiento DUD, que es similar al de Gauss-Newton, excepto que las derivadas son estimadas de la historia de

interacciones más que siendo calculadas analíticamente (4).

**RESULTADOS.** El análisis troncal de estos árboles dominantes permite reconstruir las curvas de altura de cada árbol y su distancia a la base del árbol. Los estadísticos representativos de la muestra de árboles empleados para este estudio se reportan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para los 50 árboles de la muestra.

Estadístico	D (cm)	H (m)
Mínimo	14.75	10.30
Máximo	49.80	27.10
Medio	30.10	18.65
Varianza	36.89	11.70
Desviación estándar	6.22	3.76
Coef. de variación (%)	15.75	20.39

A continuación se detallan los modelos seleccionados para cada variable.

**Función de DAP:**

$Dap\ s/corteza\ (cm) = a * Densidad\ (m) + b + c * edad\ (años) + d$   
 Donde:  $a = 3.101$ ;  $b = -0.753$ ;  $c = 1.737$ ;  $d = 0.738$

**Función de altura:**

$Altura\ medía\ (m) = a + b * Dap\ s/corteza\ (cm) + c * edad\ (años) + d$   
 Donde:  $a = -2.3105$ ;  $b = 4.1634$ ;  $c = 0.4615$ ;  $d = 0.0159$

**Función de volumen**

$Volumen\ sac\ (m^3) = a * Edad\ (años) + b * Dap\ s/c\ (cm) * H\ (m)$   
 Donde:  $a = 0.00026$ ;  $b = 0.20340$

**CONCLUSIONES.** Es posible estimar modelos de crecimiento para *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. del clon PB-5/63 a partir de ecuaciones de regresión. El ámbito de aplicación de los modelos de crecimiento es la región de Buergos en el estado de Tabasco.

El rango de aplicación de las curvas está entre 1 y 42 años. Cualquier uso que se le dé fuera de esta región podría representar sesgos en la información. Existen muy pocos estudios sobre el árbol del hule en México y en general sobre los clones de esta especie en México. Por lo tanto, es importante realizar más estudios sobre esta especie, que permitan conocer las características de crecimiento y productividad de madera.

**BIBLIOGRAFIA.** 1. Clutter, J. L., J.C. Fortson, L.V. Plenaar, J. H. Bristery and, R. L. Bailey. 1983. Timber management a quantitative approach. John Wiley, New York. 333 p. 2. Draper, N.R. y H. Smith. 1981. Applied regression analysis. Second Edition. Wiley Series in: Probability and Mathematical Statistics. USA. 709 p. 3. Ratkowsky, D.A. 1983. Nonlinear regression modeling a unified practical approach. Volume 48. Marcel Dekker. New York. 276 p. 4. SAS INSTITUTE INC.; (1999). SAS/STAT TM User's Guide, Release 6.0 Edition. Cary. N.C. USA. 5. Vanclay, J.K. 1994. Modelling forest growth and yield; applications to mixed tropical forest. Centre for Agriculture and Biosciences International. Wallingford, U.K. 312 p.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, IRENAT, Programa Forestal, grojo@colpos.mx; jassom@colpos.mx

MODELOS PARA CURVAS DE ÍNDICE DE SITIO PARA *Hevea brasiliensis* MÜLL. Arg. DEL CLON IAN-710 EN EL NORTE DE CHIAPAS

Gustavo Rojo Martínez<sup>1</sup> y Jesús Jasso Mata

**INTRODUCCIÓN.** La calidad de sitio forestal se entiende como la capacidad productiva de dicho lugar y habitualmente se refiere al volumen de madera producido por una masa forestal cuando llega a la edad del turno. La calidad del sitio tiene entonces una doble utilidad práctica: como herramienta para estimar la producción y como base para construir instrumentos prácticos de gestión de plantaciones forestales comerciales. Por lo que el objetivo de este estudio fue determinar curvas de índice de sitio para *Hevea brasiliensis* MÜLL Arg. del clon IAN-710 en el norte de Chiapas.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** La zona de estudio comprende la zona huleña ubicada en la zona norte de Chiapas en el municipio de Palenque. Se localizaron plantaciones de hule del clon IAN-710 de 1 a 42 años de edad, siendo en la práctica, en muchos casos, muy difícil diferenciar si las plantaciones fueron procedentes de planta en bolsa o tocón; representando la muestra una mezcla de todo tipo de producción de planta en vivero. Se instalaron 36 sitios de muestreo temporales de forma circular de mil metros cuadrados.

En cada parcela se señalaron y se apearon dos árboles dominantes que no diferían  $\pm 5$  % del diámetro dominante y altura dominante de la parcela, siguiendo para ello la metodología propuesta por Madrigal en 1992 (3). La altura dominante considerada fue la altura dominante de Asmann. Cada árbol de la muestra se troceó y se extrajeron rodajas de madera cada metro de longitud del fuste. El análisis de tronco de estos árboles dominantes permite reconstruir las curvas de altura de cada árbol y su distancia a la base del árbol.

De acuerdo con los datos de parcelas disponibles, aquí se ha considerado razonable considerar como edad de referencia 42 años. Asignando un índice de calidad de estación a cada árbol se cuenta con un conjunto de datos en el que se conocen tres variables; altura dominante (H0), edad (t) e índice de sitio (IS). Se han utilizado modelos denominados con

restricciones en los que se fuerza a que la altura dominante coincida con el índice de calidad de estación a la edad de referencia. Los modelos empleados son los que aparecen en el Cuadro 1.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Los parámetros obtenidos se presentan en el Cuadro 2. La regresión no lineal se efectuó sobre 1034 pares de datos altura-diámetro, a los que previamente les fue asignado el correspondiente índice de sitio mediante interpolación lineal sobre la serie temporal de cada árbol. La comparación de las estimaciones de los modelos se ha basado en estadísticos obtenidos a partir de los residuos y que son usados con frecuencia en la literatura (5). Estos estadísticos son el Cuadrado medio del error (CME), la desviación estándar de los residuos (S), la media de los valores absolutos de los residuos (E) y el sesgo (G) (2). Como los modelos se han ajustado al mismo conjunto de datos y la variable dependiente es común a todos ellos, también se ha usado el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> para compararlos. Los datos del Cuadro 3 muestran un buen ajuste de todos los modelos empleados. Se ha representado la función de Weibull (1) modificada por (4) como modelo con mejor coeficiente de determinación; sin embargo, al representar las curvas para distintos índices de sitio se observa un mal comportamiento de la asíntota para las calidades superiores, por lo que se ha decidido utilizar el modelo que presenta menor valor de CME, modelo 1, basado en la función de Chapman y Richards y modificada por (4).

Cuadro 1. Modelos utilizados en el ajuste de las curvas de calidad de estación.

Chapman-Richards polimórfica (Gyulash y Thoen, 1985)	$H_0 = b_0 \cdot IS^{b_1} \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot t))^{b_3}$ (1)
	$K = L_0 \left( \frac{IS^{b_1}}{b_1} \right) / L_0 [1 - \exp(-50)]$
Weibull polimórfica (Gyulash y Thoen, 1985)	$H_0 = K \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot t^{b_1}))^{b_3}$ (2)
	$K = IS / (1 - \exp(-b_2 \cdot 50^{b_1}))^{b_3}$
Chapman-Richards polimórfica (Gyulash y Thoen, 1985)	$H_0 = K \cdot IS^{b_1} \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot t))^{b_3}$ (3)
	$K = IS / IS^{b_1} \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot 50))^{b_3}$
Chapman-Richards polimórfica (Rodríguez Traveset, 1970)	$H_0 = K \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot IS \cdot t))^{b_3}$ (4)
	$K = IS / (1 - \exp(-b_2 \cdot IS \cdot 50))^{b_3}$
Weibull modificado (Bolin, 1985)	$H_0 = K \cdot IS^{b_1} \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot t^{b_1}))^{b_3}$ (5)
	$K = IS / IS^{b_1} \cdot (1 - \exp(-b_2 \cdot 50^{b_1}))^{b_3}$

Cuadro 2. Valores de los parámetros estimados mediante el análisis de regresión.

Modelo	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>
1	3.0210	0.9651	0.0125	-	-	-
2	-	-	0.0050	0.5273	0.3040	-
3	-	0.9651	0.0195	1.2043	-	-
4	-	-	0.00144	1.3983	-	-
5	-	0.9672	0.00707	1.2217	-	-

Por lo tanto, la expresión definitiva de la curva es la siguiente:

Cuadro 3. Comparación entre funciones mediante estadísticos basados en los residuos y el R<sup>2</sup>.

Modelo	CME	E	S	G	R <sup>2</sup>
1	0.7780	-0.0617	0.8785	0.6323	0.9789
2	0.8083	-0.0169	0.8729	0.6463	0.9723
3	0.7887	-0.0614	0.8865	0.6304	0.760
4	0.8189	-0.0970	0.8944	0.366	0.9668
5	0.7846	-0.0167	0.8844	0.6279	0.9713

**CONCLUSIONES.** Es posible estimar curvas de índice de sitio para *Hevea brasiliensis* MÜLL Arg. del clon IAN-710 a partir de ecuaciones de regresión. El mejor comportamiento de la asíntota fue del modelo de Chapman-Richards polimórfica con un menor cuadrado medio del error de 0.7780. El ámbito de aplicación de las curvas es en el norte de Chiapas en el Municipio de Palenque y el rango de aplicación de las curvas está entre los 1 y 42 años. Cualquier uso que se le dé fuera de esta región podría representar sesgos en la estimación de la producción. Existen muy pocos estudios sobre el árbol del hule en México y en general sobre los clones de esta especie en México. Por lo tanto, es importante realizar más estudios sobre esta especie, que permitan conocer las características de productividad de madera.

**BIBLIOGRAFÍA.** 1. BAILEY, R.L. (1980). The potential of Weibull-type functions as flexible growth curves: discussion. Canadian Journal of Forest Research, 10: 117-118. 2. BIGING, G.S, WENSEL, L.C. (1985). Improved estimates of site index curves using a varying parameter model. For. Sci. 31(1):246-258. 3. MADRIGAL COLLAZO, A., ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G., RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R.J., ROJO ALBORECA, A. (1999). Tablas de producción para los montes españoles. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid. 253 p. 4. PAYANDEH, B. WANG, Y. (1994). Modified site index equations for major Canadian timber species. Forest Ecology and Management, 84: 97-101. 5. SAS INSTITUTE INC. (1989). SAS/STAT TM User's Guide, Release 8th. Edition. Cary, N.C. USA.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, IRENAT, Programa Forestal: grojo@colpos.mx; jajama@colpos.mx

Parcela óptima para evaluación de mortandad de encinos en la Sierra Fría, Aguascalientes.

Abraham de Alba Avila y Guillermo Sánchez Martínez  
Campo Exp. Pabellón, INIFAP  
aalba@pabellon.inifap.conacyt.mx

Introducción

La evaluación de las masas boscosas ha tenido un desarrollo dirigido a la estimación para fines productivos generalmente, al desarrollo técnico y preciso solo a comenzado a desprenderse de la academia en el caso de México. La tradición estadística anglosajona permitió extrapolar sus experiencias, sin embargo es necesario tener datos fidedignos de la variación estadística tanto espacial (Caballero y Villa S., 1970) como también con un enfoque óptimo (Floyd & Anderson, 1987), es decir considerando el costo de la obtención de esa información. Esto es cada vez mas relevante en cuanto los recursos económicos son cada vez mas escasos y la capacidad de hacer estudios de alta precisión se encuentran fuera de muchos presupuestos.

Objetivos

- Establecer el tamaño y número de repeticiones necesarias para evaluar con un 5% de certidumbre para inventario forestales de encinos vivos y muertos en la S. Fría, Ags.
- Determinar la parcela óptima, considerando el tiempo de establecimiento y lectura de una parcela, para la evaluación forestal de Encinos en la S. Fría, Ags.

Materiales

Se estableció una malla de muestreo con estacas en el sitio de Mesa del Águila en la Sierra Fría, Ags. Utilizando cintas métricas y de dbh, se levantaron inventarios forestales de los árboles en tres clases: brinsal (menor de 2 cm), juvenil, maduro, así como los toconos identificables y los "brotes" provenientes de raíz. Se utilizaron dos tamaños de parcela: 500 y 1000 m<sup>2</sup> de forma circular.

Métodos

En cada bloque de 25 x 25 m, se establecieron aleatoriamente una parcela de 500 y después una de 1000 m<sup>2</sup> circulares. Se midieron los diámetros normales de las clases juveniles y maduro

de todos los árboles y se tomo el tiempo al inicio y al final del muestreo.

Resultados

Actualmente el estudio se esta llevando a cabo y se considera que en dos semanas se tendrá suficiente información para el análisis profundo que nos de un indicio de las tendencias estadísticas en la variación y cobertura de los encinos en la Sierra Fría, Ags.

Discusión y Conclusiones

Los fundamentos estadísticos necesariamente nos brinda un soporte para evaluar la exactitud de nuestras estimaciones y en ese tenor es necesario que todo reconocimiento forestal este sustentado en una evaluación que garantice una precisión estipulada a priori.

Bibliografía Citada

- Caballero D., M & A. B. Villa Selas. 1970 (ed. 1977). Evaluación estadística de cuatro tamaños de sitios circulares en inventarios forestales. SARH, Publ. No. 18, 25 p.
- De Alba A., A. 1989. Cuadrante óptimo para la estimación herbácea en dos exclusiones de la cuenca "El Plateado". Rev. Manejo de Pastizales 2(3):1-8.
- Floyd, D. A. & J. E. Anderson. 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. J. Ecol 75(1):221-228.

PREDICCIÓN DE VOLÚMENES DE FUSTE PARA *Pinus patula* var. longipedunculata EN SANTIAGO TEXTITLÁN, OAXACA

Raúl Silva Maldonado<sup>1</sup>  
Salvador Valencia Manzo<sup>2</sup>  
Eladio H. Cornejo Oviedo<sup>3</sup>

**INTRODUCCIÓN.** Las ecuaciones o cuadros de predicción de volúmenes, mal llamados "tablas de volúmenes", se consideran herramientas básicas de importancia en los inventarios forestales (1). La comunidad de Santiago Textitlán, Oax., pertenece a la Sierra Sur, que representa el 21.2 % de la superficie de Oaxaca (2). Entre las especies maderables de los bosques de la comunidad se tiene *Pinus patula* var. *longipedunculata*, *P. pseudostrabus*, *P. teocote*, *P. pringlei* y *P. ayacahuite*, entre otras (3). En esta como en otras regiones faltan ecuaciones de predicción de volúmenes propios para cada una de las especies existentes en sus predios. Por lo que, se emplean cuadros de volúmenes que fueron desarrollados para un grupo de especies o para otras regiones. Y con ello se tiene baja precisión en la estimación de los volúmenes de los fustes de los árboles.

**OBJETIVO.** Generar ecuaciones de predicción de volumen de fuste para *Pinus patula* Schl et Cham. var. *longipedunculata* Loock de la región de Santiago Textitlán, Oax.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** El trabajo se realizó en un predio de la Comunidad de Santiago Textitlán, Oax. Se midieron diámetros con corteza a diferentes alturas en 134 árboles de diferentes categorías diamétricas derribados en frentes de corta. El volumen total de los árboles muestra se obtuvo mediante la utilización de las ecuaciones para los tipos dendrométricos (4). Se probaron diversos modelos de regresión para predecir el volumen total del fuste. Se seleccionó el que presentó el menor valor de la raíz del cuadrado medio del error (RCME), mayor valor de coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), menor suma de los errores de la predicción (PRESS), una distribución más uniforme de los residuales, un menor valor de Cp de Mallows, así como el menor número de variables independientes (K) (5).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Para el volumen total de fuste con corteza, incluyendo tocón y puntas, dos modelos fueron los mejores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Mejores modelos de regresión para predicción de volumen total de *Pinus patula*.

Modelo	RCME	R <sup>2</sup>	K	Cp
V-Ba-B1DNPh+BBDN	211	0.987	2	132
LogV-Ba+B1LogDNPh	0.208	0.988	1	1.14

Por los mejores valores estadísticos se eligió el modelo de la variable combinada en su versión logarítmica, cuya expresión con los valores de sus parámetros es la siguiente:

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal

<sup>2</sup> Profesor Investigador. Departamento Forestal, UAAAN, svalencia@naro.uaaan.mx  
<sup>3</sup> ecorovk@naro.uaaan.mx

$$\text{Log } V = -4.2035 + 0.9467 \text{ Log DN}^2 h$$

Cabe señalar que además este modelo presentó una distribución uniforme de los residuales, mientras que el otro modelo presentó una distribución cónica, lo cual significa que el modelo no es adecuado y que requiere de alguna transformación (5).

El modelo de la variable combinada, ya sea en su forma más sencilla, así como en alguna de sus versiones ha sido empleado en trabajos con diversas especies, como en *Pinus durangensis* y *P. engelmannii* (6).

Si se compara el volumen de fuste estimado con el cuadro hecho en el Inventario Forestal del estado de Oaxaca, para un grupo de especies, entre las cuales se encuentra *Pinus patula* y el volumen estimado con la ecuación generada en este trabajo, se notan diferencias de 18.6 % en categorías pequeñas hasta 15.1 % en categorías grandes. Con respecto a un cuadro de volúmenes para *Pinus patula*, pero hecho para la Sierra Norte (7) la variación es menor, de 3 a 9 %.

Lo anterior lleva a considerar que las ecuaciones de estimación o predicción de volúmenes hechas para cada especie son más precisas que las generadas para un grupo de especies. Pero que también pueden existir diferencias en las ecuaciones para la misma especie pero de diferente región, ya sea por el procedimiento empleado, por la muestra utilizada o algún otro factor.

Para la predicción del volumen del fuste sin incluir el tocón, también el modelo de la variable combinada en su versión logarítmica, resultó ser el mejor, sobre todo por la distribución uniforme de sus

residuales. La ecuación con los valores de los parámetros es la siguiente:

$$\text{Log } V = -4.2618 + 0.9562 \text{ Log DN}^2 h$$

#### CONCLUSIONES.

Es posible hacer predicciones del volumen total del fuste a partir de la medición del diámetro normal (DN) y la altura total (h).

El modelo de la variable combinada en su versión logarítmica resultó ser le mejor para estimar el fuste total.

Con el cuadro de predicción de volúmenes para un grupo de especies se tiende a sobreestimar el volumen de fuste de *Pinus patula*.

#### LITERATURA CITADA.

- (1) Santillán P., J. 1966. Elementos de dactilometría. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Mex. 348 p.
- (2) INEGI, 1997. La explotación forestal en el estado de Oaxaca. Aqs. México. 62 p.
- (3) UEAFC. 1998. Programa de manejo forestal de la comunidad de Santiago Teotitlán, Distrito Sola de Vega, Oaxaca. 92 p. (inédito)
- (4) Romahn de la V., C.F., H. Ramírez M. y J.L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Mex. 354 p.
- (5) Walpole, R.E. y R. H. Myers. 1996. Probabilidad y estadística. 4ª edición. McGraw-Hill, México. 797 p.
- (6) Rentería A., J.B. y M. Meza S. 2001. Elaboración de una tabla regional para *Pinus durangensis* Mtz y *P. engelmannii* Carr en Durango. En: Memoria de V Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales, Guadalajara, Jal. Pp. 67-68.
- (7) Castellanos B., J.F., M. Ruiz M., M. Gómez C. y L. Santiago P. 1995. Tablas de volúmenes para siete especies de pinos en la Sierra Norte de Oaxaca. En: Memoria de II Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales, Texcoco, Mex. Pp. 150.

## Predicción Espacial de la Productividad Forestal Empleando Análisis Digital del Terreno y SIG.

Biol. Alberto Gómez Tagle Chávez<sup>1</sup>  
Dr. Alberto Fco. Gómez Tagle Rojas<sup>2</sup>  
M.C. Yolanda Chávez Huerta<sup>3</sup>  
Biol. Hugo Zepeda Castro<sup>4</sup>

Biol. Esperanza Díaz Fernández<sup>5</sup>  
<sup>1</sup> Facultad de Biología UMSNH (gichucho@lycos.com)  
<sup>2</sup> UMSNH-INPENA (yolabeng@ummedia.net.mx)  
<sup>3</sup> INIFAP-Morelia  
<sup>4</sup> Facultad de Biología UMSNH  
<sup>5</sup> Maestría en Limnología INPENA-UMSNH

#### INTRODUCCIÓN

Para realizar un aprovechamiento que asegure la permanencia de los recursos maderables, los no maderables como de los servicios ambientales que las áreas forestales proveen se requiere entre otras cosas el conocer la capacidad productiva de los terrenos forestales, para diseñar métodos de aprovechamiento forestal que no sobrepasen dicha capacidad natural. Diversos autores han explorado el uso de propiedades edáficas y variables ambientales para modelar/predicir empíricamente y en forma puntual la productividad forestal. Por otro lado el enfoque denominado Análisis Digital de Terreno (ADT), emplea herramientas estadísticas y de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para representar la variación espacial de distintas variables asociadas al relieve. Este enfoque ha sido aplicado existosamente en estudios hidrológicos, de distribución de vegetación, así como de propiedades edáficas.

En el presente trabajo se exploró la posibilidad de representar la productividad forestal mediante modelos espaciales (mapas digitales) a nivel de topografía detallada (*sensu* Mackey), en función de diversas propiedades edáficas y atributos del terreno (variables ambientales) empleando métodos de ADT.

#### OBJETIVOS

Generar un marco metodológico que conjunte las herramientas de epidendrometría y análisis de productividad forestal con aquellas de los SIG y el Análisis Digital de Terreno para generar modelos espaciales en forma de mapas digitales de la productividad forestal para una cuenca pequeña en el alto Río Balsas.

#### METODOLOGIA

Se trabajó en una cuenca de 53.67ha ubicada a 11.5 km al suroeste de la ciudad de Morelia, Michoacán (101°5'18"W, 19°36'26"N) en el alto Río Balsas. La vegetación es de bosque de

Pino-Ercino de crecimiento secundario. Se realizó una rodalización con fotografías aéreas 1:20,000 (tomadas en 2000) restituidas digitalmente (MONOPLLOT, ILWIS 3.0,  $Z=9.79m$ ), posteriormente se hizo un muestreo de campo en 52 sitios de 200 m<sup>2</sup> (aprox. 1800ha) georeferenciados mediante GPS y distribuidos representativamente en la zona, la cantidad de sitios por rodal se ponderó según la superficie de este.

En cada sitio se tomaron muestras de suelo cada 20cm hasta la profundidad de 1m, y mediciones epidendrométricas de inventario forestal para todos los árboles con DAP>5cm. Las muestras de suelo fueron analizadas por métodos estándar de laboratorio. Los datos de arbolado fueron procesados para el género *Pinus* y se obtuvo el Índice de Sitio a 50 años (IS50) empleando curvas anamórficas generadas mediante la ecuación de Schumacher ( $ln^2-5.6107-5.6329(ln^2/2E)$ ) con  $k=0.2$ , el Incremento Periódico (IP) por el método de Shaeffer (Klepac, 1954), el Incremento Comiente Anual (ICA,  $m^3/ha$ ) (Klepac, 1954) e Incremento Medio Anual (IMA) (Padilla, 1987) con una muestra de 202 árboles.

Los atributos del terreno fueron generados a partir de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) interpolado con el SIG Idrisi32 por el método de red irregular triangular (TIN) con remoción de efecto puente-túnel por método parabólico a partir de curvas de nivel 1:20,000 con isohetas cada 10m (SIGSA, 2002) y resolución de 14m. Los atributos del terreno se obtuvieron empleando el programa MapWindow 2.7 y procedimientos SIG estándar. Los mapas de radiación solar potencial (KJ/m<sup>2</sup>) e insolación potencial (hrs) se obtuvieron mediante los programas Sol\_Rad SIG, Insol\_Día e Insol\_Mes.

Las variables de productividad IP, IS50, ICA e IMA se contrastaron contra veintinueve atributos del terreno, doce radiaciones mensuales, dos cocientes de radiación, tres índices radiación-

humedad y veinte variables edáficas para cada profundidad, el número total de variables por sitio fue superior a 130. Se aplicaron análisis de correlación, de componentes principales y regresiones múltiples por pasos empleando las mejores 25 variables predictivas dentro de tres categorías; a) atributos del terreno, b) variables de radiación/insolación y c) variables edáficas.

#### RESULTADOS

El IS50 se encontró entre 11.5 y 33.45 m, con una media de 21.64. Los valores más bajos se encontraron en los sitios de ladera alta y perseguidos con exposición S o SE con gran cantidad de radiación solar ( $>100,000 \text{ J/m}^2/\text{año}$ ). En cuanto al ICA se encontró entre 2.43 y 19.25  $\text{m}^2/\text{ha/año}$  con una media de 8.19. El IMA se ubicó entre 0.025 y 0.36. Tanto el ICA como el IP y el IMA mostraron los valores más bajos relacionados con los sitios de mayor cantidad de radiación solar.

Se obtuvieron modelos significativos al 95% ( $p < 0.05$ ) para IS50, IMA e ICA con valores de  $R^2$  entre 0.23 y 0.86. Tres de ellos fueron implementados mediante el SIG para obtener mapas de productividad:

$IS_{50} = \exp(6.6592 - 0.0018 \text{ InsAnual} + 0.0581 \text{ IAEp} + 0.0140 \text{ ADE} - 0.0001 \text{ R12} - 0.0161 \text{ Pend}^{\circ})$  con  $R^2 = 0.5051$  y  $p = 0.00003$ .

$ICAvol = \exp(17.2825 - 0.0275 \text{ Ins4} - 0.0044 \text{ DistCauces})$  con  $R^2 = 0.2373$  y  $p = 0.0034$ .

$IMAvol = \exp(-5.6736 - 0.0031 \text{ InsAnual} + 0.1178 \text{ IAEp} + 0.0171 \text{ ADE} - 0.0001 \text{ R12} + 0.0040 \text{ ElevMed} - 0.005 \text{ DistCau})$  con  $R^2 = 0.5058$  y  $p = 0.00001$ .

Donde InsAnual es la insolación anual (hrs), IAEp es el índice de agua evaporable potencial ( $\text{IAEp} = \text{Disponibilidad total} \cdot \ln(\text{RadAnual})$ ), ADE el área de dispersión específica (adimensional),  $\text{Pend}^{\circ}$  la pendiente en grados, Ins4 la insolación potencial para abril (hrs), DistCau la distancia a los cauces (m) y ElevMed la elevación media del sitio (msnm).

Estos modelos fueron incluidos en la calculadora de mapas del SIG para finalmente generar modelos espaciales (mapas digitales) que representan la variación de la productividad forestal en función de atributos del terreno, variables de radiación/insolación y variables edáficas.

#### DISCUSION

El uso de variables de radiación obtenidas mediante un novedoso programa (Sol\_Red SIG) junto con variables asociadas a la cantidad de agua disponible en el suelo, permitió explorar

interacciones que usualmente son representadas por variables sencillas como exposición y pendiente. Estas variables complejas p. ej. (IAEp) mostraron gran importancia en el análisis de componentes principales y significancia en las regresiones. Variables como esta expresan factores clave en el desarrollo del arbolado como la cantidad de agua disponible y la evapotranspiración potencial, que a su vez determinan en gran medida el potencial productivo.

Si bien en este estudio la productividad es representada empleando el IS<sub>50</sub>, ICA, IMA e IP, solamente se obtuvieron modelos estadísticamente significativos para las tres primeras variables.

El éxito en los resultados muestra que es factible emplear este marco metodológico para generar cartografía de productividad forestal en escalas locales (este estudio).

La aplicabilidad de este marco, deberá ser evaluada en escalas más amplias p.ej. región o zona fisiográfica así como en diversos ecosistemas forestales p.ej. selvas.

Una consideración especial es que este marco metodológico puede adaptarse para generar cartografía predictiva de servicios ambientales, como captura de carbono (empleando datos de productividad forestal y carbono edáfico).

#### CONCLUSIONES

- Los resultados e interpretación del análisis antes descrito generaron las siguientes conclusiones de importancia:
- El potencial productivo forestal de la zona va de intermedio a bajo para lo reportado en el centro del país.
- El potencial productivo forestal puede ser representado efectivamente empleando mapas de productividad generados mediante ADT.
- La inclusión de esta información en un SIG aunada a una base de datos puede constituir una potente herramienta tanto de planeación como de regulación (emisión de permisos) en la actividad forestal.
- Es necesario replicar este marco metodológico a distintas escalas y con diferentes insumos (datos de inventario) para evaluar su aplicabilidad general.
- Este marco metodológico puede adaptarse para generar cartografía predictiva de servicios ambientales.

## RESPUESTA EN CRECIMIENTO ANTE TRES DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y DOS PERIODOS DE RIEGO DE AUXILIO EN PLANTULAS DE CUACHALALATE (*Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.*) INIFAP

\*Solares Arenas Fortunato  
\*\*Gálvez Cortés Ma. Cristina

#### Antecedentes

La corteza de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Schiede ex Schlecht), es un producto de alta intensidad de uso en la herbolaria Mexicana; Morelos, Puebla y parte norte de la cuenca del Balsas abastece este producto a todo el País, provocando con ello una fuerte presión sobre las poblaciones naturales en esta región (Solares, 2002). Su aprovechamiento tradicional tan destructivo, agudiza el problema, ya que al menos un 20% de los árboles mueren y el resto queda muy dañado.

A lo largo de poco más de 10 años Solares (1989-2001), pudo generar la tecnología que permite no solo evitar la muerte del árbol, sino hacer de esta especie un recurso sustentable, con una mayor productividad y el ofrecimiento de un producto de alta calidad tanto para uso tradicional, como para uso farmacéutico-industrial. En 1999 Solares *et al.* aislaron un derivado del ácido masticadienónico, el cual presentó una eficacia hasta del 80% en el control de cáncer estomacal (adenocarcinoma). Esto le ha dado un alto valor a la especie, al grado de tener una gran demanda en el extranjero (hasta de 100 toneladas anuales).

Ante este nuevo panorama, es que se propone la necesidad de manejar plantaciones como parte de una estrategia para responder a la alta demanda y también como una forma de disminuir la fuerte presión sobre las poblaciones naturales de esta especie. Para ello, se plantearon los siguientes:

#### OBJETIVOS

1. Determinar la respuesta en crecimiento ante tres dosis de fertilización y dos periodos de riego de auxilio en plántulas de cuachalalate.
2. Disminuir el tiempo de espera para un primer aprovechamiento en al menos un 40% con producción de corteza de alta calidad para uso medicinal.

\*M.C. Responsable del Programa Alternativa de uso del suelo en la región centro. Campo Experimental Zacatepec-INIFAP

\*\* M.C. Auxiliar de Investigación, INIFAP.

3. Observar la posibilidad de un manejo agroforestal como nueva alternativa económica para las comunidades rurales.

#### METODOLOGIA

**Fertilización.**- Para Nitrógeno, se consideraron las dosis de 40, 80 y 120g, utilizando como fuente el sulfato de amonio. Para Fósforo, se consideró 30, 50 y 70 g, usando como fuente el Fosfato triple.

**Riego.**- Se utilizaron dos periodos; cada 15 días y cada 8 días, durante los meses de abril y mayo respetando su ciclo fenológico. El riego fue por gravedad usando tubería pvc y plástico negro de 8 y 2 pulgadas respectivamente.

**Diseño Experimental.**- Se estableció bajo un diseño factorial al azar, usando dos factores resultando 29 tratamientos incluyendo un testigo. Tomando en cuenta su arquitectura la distancia entre árboles es de 3m, al igual que entre hileras.

**Manejo agroforestal.**- Se estableció la variedad puebla 76 de alfalfa entre surcos para observar su productividad, con riego cada 15 días.

**Variables a medir.**- Los indicadores son la altura, diámetro y cobertura.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

**Fertilización.**- Al cuarto año del experimento, las plantas muestran un incremento considerable en su crecimiento en las tres variables medidas, destacando el desarrollo de área foliar. Cabe destacar que sus valores superan en un 100% plantaciones de temporal. De las tres variables medidas, se observa una proporcionalidad casi de uno a uno entre altura y cobertura (área foliar). Hasta el momento, el análisis de varianza muestra que el mejor tratamiento tanto para diámetro, como cobertura es, T1 \* I4 (riego cada 8 días y fórmula 80-30-00); con 10.43 cm y 2.73m respectivamente. Mientras, que para la variable altura es, T3 \* I1 (sin riego y con fórmula 40-30-00), el cual no es estadísticamente significativo con respecto al testigo.

**Aprovechamiento de corteza.**- Hasta el momento las dimensiones de los árboles



corresponden al 50% de las que tiene un árbol en población natural (Figura 2). Por lo que se espera que a la edad de 8 años sea posible realizar un primer descortezamiento, lo cual significaría que se reduciría el tiempo de espera en un 50%, pero también un aumento en la productividad obteniéndose un rendimiento de alrededor de \$100,000.00 por ha, sin tomar en cuenta la producción de alfalfa. Para completar estos resultados se realizaría un estudio fitoquímico a la corteza para definir si este tipo de manejo permite la síntesis del compuesto anticancerígeno en concentración suficiente para recomendar el producto a la industria de fármacos interesada.

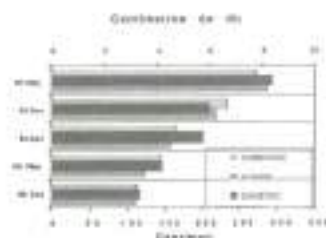


Figura 1. Respuesta de crecimiento en los primeros cuatro años, en plántulas de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), ante diferentes dosis de fertilización y dos periodos de riego de auxilio.



Figura 2. Arquitectura de los árboles de Cuachalalate bajo efecto de diferentes dosis de fertilización y riego de auxilio, con 4 años de edad.

Manejo agroforestal.- Se obtuvo una producción de alfalfa de 40 toneladas por ha, con 10 cortes por año. El cultivo se mantuvo durante año y medio de los tres años que la variedad puede soportar bajo aprovechamiento (Figura 3).



Figura 3. Establecimiento de la variedad de alfalfa Puebla 76, entre hileras en la parcela experimental de Cuachalalate.

#### Conclusiones

El experimento no ha finalizado, por lo que podría mencionarse algunas conclusiones de tipo preliminar, donde lo más importante es que existe una respuesta favorable de esta especie silvestre ante la fertilización que de continuar así es de esperarse una disminución en el tiempo de espera para un primer aprovechamiento de alrededor del 50%. Por otra parte, los resultados son positivos para que esta propuesta sea una nueva alternativa económica, ecológica y socialmente viable para contribuir al desarrollo rural de esta región.

#### BIBLIOGRAFÍA

Solares A., F. 1995. Capacidad de regeneración de la corteza y evaluación fitoquímica antes y después del descortezamiento en cuachalalate. Tesis de Maestría. Programa Forestal. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 100 p.

Solares A., F. 1999. Estudio químico-biológico para la producción sostenida de corteza de cuachalalate para uso farmacéutico-industrial en el estado de Morelos. Informe técnico. INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Zacatepec. 37 p.

Solares A., F. 2002. Manual para una producción sostenida de corteza de cuachalalate. Publicación Especial No. 34. INIFAP-FPM. 20 p.

#### Tendencias en el crecimiento de *Pinus* spp. En Durango

Martha González Elizondo<sup>1</sup>  
 Enrique Jurado<sup>2</sup>  
 José de J. Nívar Ch<sup>3</sup>  
 Bibiana Rivas Arzola<sup>4</sup>

#### Introducción

Se estima que el efecto fertilizante de las crecientes concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera podría incrementar la productividad y las tasas de crecimiento de los bosques. Dicho efecto se ha registrado en diferentes partes del mundo mediante innumerables estudios bajo condiciones controladas, generalmente con plántulas o con individuos juveniles (Curtis, 1998). Algunos estudios de campo también han registrado aumentos en las tasas de crecimiento que podrían o no estar relacionados con el efecto fertilizante del CO<sub>2</sub> (La Marche 1984; Graybill & Idoe 1993; Nicolussi *et al.* 1995; D'Arrigo & Jacoby 1993).

Como una aproximación preliminar al estudio de los posibles cambios en el crecimiento en los bosques templados de México se buscaron tendencias en el crecimiento de cuatro especies de *Pinus* en el sur del estado de Durango: *P. durangensis* Martínez, *P. cooperi* C.E. Blanco, *P. engelmannii* Carr. y *P. lumholtzii* Rob. & Fern.

#### Objetivo.

Determinar si existen tendencias de aumento en las tasas de crecimiento de cada una de las cuatro especies consideradas que pudieran interpretarse como posible respuesta al efecto fertilizante del aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera durante el siglo XX.

#### Metodología

Se utilizaron datos sobre incrementos radiales de 41 individuos de *P. cooperi*, 36 de *P. durangensis*, y 31 de *P. engelmannii* extraídos de una base de datos de análisis troncales. En el caso de *P. lumholtzii* se colectaron 320 núcleos de crecimiento de árboles adultos de diferentes edades mediante el muestreo de cuadrantes centrados en un punto (Cottam y Curtis 1956) en cuatro diferentes sitios. Se estimó la edad total de cada individuo a partir de la altura en que se obtuvo la muestra (0.9 - 1.0 m) mediante el conteo y sincronización de sus anillos de crecimiento. Se estimó el incremento radial alcanzado por cada individuo a los 40 y 60 años de edad.

Con el fin de detectar posibles cambios en las tendencias de sus tasas de crecimiento, se elaboraron gráficas de dispersión de puntos con los datos de edad total de los árboles en el eje de las X, y con los datos sobre el radio alcanzado a determinada edad en el eje de las Y. Así mismo se obtuvieron los coeficientes de correlación entre ambos conjuntos de datos para las cuatro especies, a diferentes edades.

#### Resultados y discusión

En todos los casos se observó una correlación negativa entre la edad del individuo y el radio alcanzado a determinada edad (Cuadro 1).

<sup>1</sup> CIDIR-IFN Durango; martha-gz@inbosaf.net.mx  
<sup>2</sup> Fac. Cien. For., UANL; enri1961@yahoo.com.mx  
<sup>3</sup> Fac. Cien. For., UANL; jnavar@ccr.dsi.uanl.mx  
<sup>4</sup> Esc. Cien. For., UJED; ssvr24@hotmail.com

Especie	Edad	Coef. Corr.
<i>P. cooperi</i>	30	-0.56
	45	-0.58
<i>P. durangensis</i>	15	-0.42
	30	-0.45
<i>P. engelmannii</i>	30	-0.30
	60	-0.28
<i>P. lumholtzii</i>	40	-0.15
	60	-0.23

Cuadro 1. Coeficientes de correlación (R) entre la edad total de los individuos y su incremento radial a diferentes edades.

Es decir, los individuos jóvenes parecen estar alcanzando diámetros mayores que los alcanzados por los individuos más viejos cuando eran jóvenes. Estos resultados concuerdan con las predicciones sobre el efecto fertilizante del CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Sin embargo, es importante puntualizar lo siguiente: 1) la tendencia a mayores incrementos en todos los casos es muy débil, el caso más evidente es el de *Pinus cooperi* a los 45 años (R = -0.58); 2) las dos especies en las que aparentemente existen mayores aumentos en las tasas de crecimiento (*P. cooperi* y *P. durangensis*), son dos de las especies de mayor importancia económica en la región y sus poblaciones han sido sometidas a extracciones continuas por lo menos desde principios del siglo XX con las consiguientes disminuciones en su densidad, y por ende, mayores incrementos en diámetro de los individuos remanentes; 3) *P. lumholtzii*, en cambio, especie con mínimo valor comercial y que fue muestreado más intensivamente, muestra tendencias no significativas lo que indica que prácticamente esta especie no ha tenido cambios en su velocidad de crecimiento. Sin embargo, es interesante notar que, aunque la tendencia hacia mayores incrementos detectada en *P. lumholtzii* es muy débil, estadísticamente no es significativa, y por ende podría obedecer al azar; se presenta en tres de los

cuatro sitios estudiados lo que probablemente no se deba al azar. Conclusiones y recomendaciones. Aunque se detectan ligeros aumentos en las tasas de crecimiento de las cuatro especies consideradas, esto es más evidente en especies de importancia económica lo que podría estar relacionado con la disminución en la densidad de los rodales más que con el efecto fertilizante del aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Se considera que se requieren estudios adicionales mediante el análisis de un mayor volumen de datos de análisis troncales y preferentemente mediante el uso de técnicas dendrocronológicas, con datos más precisos, para analizar las tendencias en el crecimiento de todas las especies consideradas.

#### Literatura citada

- Cottam, G. & J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- Curtis P.S. 1998. A Meta-Analysis of elevated CO<sub>2</sub> effects on woody plant mass, form, and physiology. *Oecologia* 113(3): 299-313.
- D'Arrigo R.D. and C. Jacoby. 1993. Tree Growth-Climate Relationships at the Northern Boreal Forest Tree Line of North America: Evaluation of Potential Response to Increasing Carbon Dioxide. *Global Biogeochemical Cycles*, 7: 525-535.
- Graybill D.A. and S.B. Idso. 1993. Detecting the Aerial Fertilization Effect of Atmospheric CO<sub>2</sub> Enrichment in Tree Ring Chronologies. *Global Biogeochemical Cycles*, 7: 81-95.
- LaMarche, Jr., V.C., Graybill, D.A., Fritts, H.C., and Ross, M.R. 1984. Increasing atmospheric carbon dioxide: tree ring evidence for growth enhancement in natural vegetation. *Science* 225: 1019-1021.
- Nicolussi, K., S. Bortan, Schlegel & C. Körner. 1995. Increase in tree-ring width in subalpine *Pinus cembra* from the central Alps that may be CO<sub>2</sub>-related. *Trees-Structure & Function* 9(4):181-189.

## Una nueva cronología de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco del sur de Durango

Martha González Elizondo<sup>1</sup>  
José Villanueva Díaz<sup>2</sup>  
Enrique Jurado<sup>3</sup>  
Javier Jiménez Pérez<sup>4</sup>

#### Introducción

En México son raros los estudios de la variabilidad climática dado que los datos meteorológicos instrumentales disponibles son muy escasos. Existen relativamente pocas estaciones meteorológicas y en general cuentan con datos de pocos años. En el estado de Durango, la mayoría de estas empezaron a funcionar en la década de los 60's o aún en los 90's. En el Sur del estado solamente las estaciones meteorológicas de la ciudad de Durango y la de El Salto cuentan con datos desde los 40's. Las cronologías de anillos de crecimiento constituyen una buena fuente de datos proxy para el estudio de la variabilidad climática de periodos anteriores a los datos instrumentales disponibles (Fritts, 1976). *Pseudotsuga menziesii* es una especie con probada sensibilidad climática en el norte de México (Villanueva-Díaz and MacPherson 1996; Stahlé et al. 1999; Díaz et al. 2002). Por lo tanto la construcción de una red de cronologías de esta especie, y la exploración y aprovechamiento de la potencialidad climática de otras especies, es un importante medio para estudiar la variabilidad climática de esta región.

#### Objetivos

1) Construir una cronología de *P. menziesii* y analizar su relación con la precipitación y la temperatura locales y regionales.

2) Reconstruir el factor climático mejor asociado al crecimiento de *P. menziesii* en el sitio de estudio.

#### Metodología

Se colectaron núcleos de crecimiento de 78 individuos adultos en el Cerro.

La Grulla (Predio Las Bayas, Mpio. de Durango, Dgo.). Para la preparación y procesamiento de las muestras se utilizaron técnicas básicas en dendrocronología (Fritts, 1976). El año exacto de formación de cada anillo de crecimiento en cada una de

las muestras se determinó mediante la técnica de gráficas de esqueleto. Se midió el ancho total de anillo y el ancho de la madera temprana con una precisión de 0.01 mm (Krusic et al. 1996). Para evaluar la calidad del fechado y de la medición de los anillos se utilizó el programa Cofecha (Holmes, 1996). Mediante el uso del programa Arstan (Cook, 1996) se construyeron cronologías tanto para madera temprana como para ancho total de anillo.

El análisis de la asociación del crecimiento con el clima se realizó mediante análisis de correlación entre los índices de crecimiento (cronologías) y los datos mensuales y estacionales de precipitación total y de temperatura mínima, máxima y media. Para la asociación con el clima local se utilizaron los datos meteorológicos de la estación Las Bayas y para la asociación con el clima regional se utilizó un promedio simple de los datos de cuatro estaciones de la región (Las Bayas, El Salto, Navíos y Olinapa).

#### Resultados y discusión

Cronologías. Se obtuvieron dos cronologías con buena sensibilidad climática: ancho total de anillo de 347 años (1655-2001) y madera temprana de 321 años (1681-2001). Asociación con clima. Los análisis de correlación para estimar la varianza compartida entre los índices de crecimiento y los diferentes factores climáticos muestran que el crecimiento en el sitio de estudio se correlaciona mucho mejor con la precipitación que con la temperatura. Aunque es de notarse la asociación inversa entre la temperatura máxima regional de invierno (enero a marzo) y el crecimiento de la siguiente estación de crecimiento.

La precipitación mensual total de noviembre del año anterior a agosto del año corriente, resultó ser la variable climática que mejor explica la variabilidad en los índices de crecimiento con un alto valor de significancia (R= 0.86, G.L. 27, P = 0.0001) explicando 73% de la variación, mientras que de los datos de temperatura, el que mejor se correlaciona con los índices de crecimiento es la temperatura máxima regional de enero a marzo (R= -0.58, G.L.

<sup>1</sup>ICIR-IPN Durango, martha\_goz@ibecnet.mx  
<sup>2</sup>CEIRD-RAEP, javad@rasos.nitp.conacyt.mx  
<sup>3</sup>Fac. Cien. For., UANL, enr1961@vofos.com.mx  
<sup>4</sup>Fac. Cien. For., UANL, jimenez@fcf.uanl.mx

36,  $P = 0.0001$ ), que explica aproximadamente un 34% de la variación (Cuadro 1).

	P1 Nov-Ago	P1 Nov-May	P1 Ene-May	Tmx reg. Ene-Mar
R	0.86	0.81	0.77	0.58
R <sup>2</sup>	0.73	0.66	0.60	0.34
Obs.	28	28	28	37
P	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Cuadro 1. Estadísticas de las regresiones entre la cronología estandarizada de madera temprana y 4 factores climáticos: precipitación total de noviembre a agosto, de noviembre a mayo y de enero a mayo (Estación meteorológica Las Bayas); y de la temperatura máxima regional de enero a marzo (promedio de las cuatro estaciones más cercanas al área de estudio).

Reconstrucción de factores climáticos. Los modelos de regresión obtenidos para reconstruir precipitación estacional y temperatura máxima se presentan en el cuadro 2. Debido al reducido periodo en el que se cuenta con datos climáticos, se omitió el proceso de validación de los modelos que requiere realizar experimentos de calibración y verificación con subperiodos.

#### Conclusiones

Las cronologías construidas muestran muy buena correlación con la precipitación regional por lo que las reconstrucciones de este factor climático constituyen una excelente fuente de información para el estudio de la variación climática regional de los últimos tres siglos.

Factor climático	Modelo
P1 (Nov-Ago)	$Y_i = 763.90 + (2223.32) \cdot X_i$
P1 (Nov-May)	$Y_i = -668.97 + (1835.79) \cdot X_i$
P1 (Ene-May)	$Y_i = -434.77 + (573.24) \cdot X_i$
P1 (Nov-Oct)	$Y_i = 1473.96 + (2294.69) \cdot X_i$
Tmx (ene-mar)	$Y_i = 25.38 + (-2.52) \cdot X_i$

Cuadro 2. Modelos de regresión para reconstrucción de factores climáticos, en donde  $Y_i$  es el valor reconstruido para el año  $i$  del factor climático involucrado, y  $X_i$  es el valor de la cronología estándar también para el año  $i$ .

#### Literatura citada

- Cook, E.R. & R.L. Holmes. 1996. ARSTAN: Chronology development. In: Grisino-Mayer, H.D. *et al.* The International Tree Ring Data Bank Program Library, Version 2.0 User's Manual. Lab. of Tree Ring Research, The University of Arizona. Pp. 75-87.
- Diaz, S.C.; M.D. Therrill, D.W. Stahlie & M.K. Cleaveland. 2002. Chihuahua (Mexico) winter-spring precipitation reconstructed from tree-rings, 1647-1992. *Climatic Research* 22:237-244.
- Holmes, R.L. 1996. Colecha. In: Grisino-Mayer, H.D., R.L. Holmes and H.C. Fite (Eds.), The International Tree-Ring Data Bank Program Library Version 2.0 User's Manual. Laboratory of Tree-Ring Research, The University of Arizona, Tucson: 48-55.
- Kruisic, P.J., R.L. Holmes and J.C. King. 1996. Mader Version 1.13 Measurement Program. In: Grisino-Mayer, H.D. *et al.* The International Tree Ring Data Bank Program Library, Version 2.0 User's Manual. Lab. of Tree Ring Research, The University of Arizona. Pp. 18-20.
- Stahlie, D.W., Cleaveland M.K., Therrill M.D., Villanueva-Diaz J. 1999. Tree ring reconstruction of winter and summer precipitation in Durango, Mexico for the past 600 years. In: 10th Symposium on Global Change Studies, 10-15 January 1999, Dallas Texas pp. 317-318. American Meteorological Society, Boston MA.
- Villanueva-Diaz J., McPherson G.R. 1996. Reconstruction of precipitation and PDSI from tree-ring chronologies developed in mountains of New Mexico, USA and Sonora, Mexico. *Ariz.-New Acad Sci Hydrol Sect* 25:45-64.

## UN METODO SENCILLO PARA MAPEO Y GEOREFERENCIACION DE ARBOLES DE RODALES FORESTALES

Méndez González Jorge<sup>1</sup> y Nájera Luna Juan Abel<sup>1</sup>

Prof.-Investigador del Instituto Tecnológico Forestal No.1. El Salto P.N. Dgo. Email: [jmendez@hotmail.com.mx](mailto:jmendez@hotmail.com.mx) y [jalnajera@hotmail.com.mx](mailto:jalnajera@hotmail.com.mx)

#### INTRODUCCIÓN

Las principales técnicas usadas en la evaluación de los bosques son: árboles individuales, rodales completos o regiones forestales. Los árboles en un rodal pueden ser caracterizados en términos de su tamaño y de su relativa ubicación con respecto a los otros. La localización de los árboles pueden ser ilustrados por medio de puntos (proyección de árboles) en un plano horizontal. La distribución espacial de los árboles juega un papel importante en muchas áreas de la investigación ecológica (competencia, biodiversidad, paisaje, crecimiento, productividad etc.) manejo forestal y para el desarrollo de modelos dependientes de la distancia entre árboles, así mismo la información generada es muy valiosa ya que se pueden evaluar patrones espaciales de área basal, de especies, de volumen, de biomasa etc. Existen algunos métodos para mapeo de árboles<sup>2</sup> algunos de estos son muy caros, ya que utilizan el tránsito para el mapeo, otros usan aparatos menos costosos, la mayoría de los métodos utilizan rumbos y distancia entre árboles, todos ellos requieren bastante tiempo y en ocasiones entrenamiento especial. Aunque la precisión en todos ellos, depende del adiestramiento del personal. El objetivo de esta investigación es validar y proponer una metodología barata, sencilla y rápida para el mapeo de árboles individuales con el fin de contribuir a mejorar la investigación en diversos aspectos.

#### MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

El área de estudio fue un rodal de pino ubicado en el bosque escuela del ITF No. 1 de El Salto P.N. Dgo. Para el mapeo de árboles se requieren tres personas, el material utilizado fue, cinta métrica, brújula, popotes, GPS y se construyó un instrumento en forma de "T" con ángulos de 90°. El procedimiento consistió en lo siguiente: se ubicó un punto al azar en el rodal, a partir de este punto y con la ayuda de la brújula se ubicaron cuatro líneas con orientación N, S, E y W, cada una de 20 m, de longitud formando cuatro cuadrantes de 20x20 m.

El mapeo de árboles se hizo por cuadrante, para ello se tendieron dos cintas de 20 m desde el centro del sitio hacia el N y hacia el E (según cuadrante). Anticipadamente, se enumeraron los árboles sucesivamente de cada cuadrante y se midió la distancia entre ellos. El procedimiento consiste en obtener la distancia en X y Y sobre la cinta, del centro de cada árbol, esta distancia se obtuvo con auxilio de la cinta métrica y de la "T", la cual fue usada en forma invertida y la base colocada paralela a la cinta, con ayuda del popote ajustado a la "T" localizado a la altura de la vista del observador para proyectar la visual al árbol en medición, ubicando el centro de cada árbol y por ende la distancia en X o Y. El procedimiento se repitió por cuadrante y en cinco sitios diferentes. La orientación de la parcela juega un papel importante ya que coincide con el sistema cuadrangular UTM y la unidades son en metros. Con las coordenadas del centro del sitio se pueden obtener las coordenadas de  $x$  de los árboles (sumando o restando según cuadrante), una vez obtenidas las coordenadas individuales se mapearon en un SIG y se obtuvieron las distancias entre árboles. Para la comprobación del método se analizaron las distancias observadas y las estimadas.

#### RESULTADOS

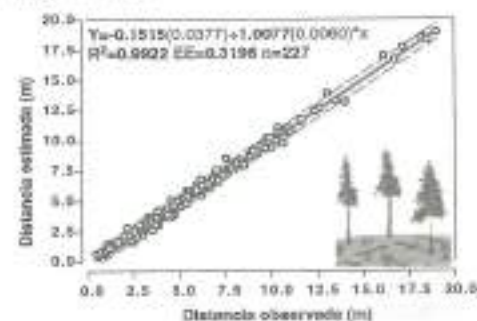


Figura 1. Relación entre la distancia obs. y est.

Análisis del método.- La figura 1 muestra que la relación entre la distancia obs. y est. son muy similares, teniendo una  $r^2$  de 0.99 y un error de 0.31 m. en parcelas de 20x20 m. de un total de 227 observaciones.

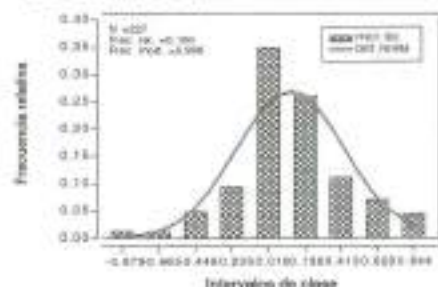


Figura 2. Diferencia entre las dos distancias

La figura 2 muestra que las diferencias entre las distancias obs. y est. siguen casi un distribución normal, aunque los resultados fueron mayormente (+). El error medio de las diferencias en las parcelas de 20x20 fue de 0.111 (+), aunque las mayores diferencias se aproximaron a la unidad. Los métodos revisados en la literatura se aproximan también a este valor.

Tamaño de parcela.- Se analizaron también dimensiones de parcelas para determinar el tamaño óptimo. La figura 3 muestra que el error medio es de 0.055 m con una Des. Est. de 0.03 m. Lo recomendado según los resultados es una parcela de 10x10 m ya que al utilizar una de 12x12 m tendríamos error medio de cercano a 0.06 m. pero rangos desde 0.02-0.09 m.

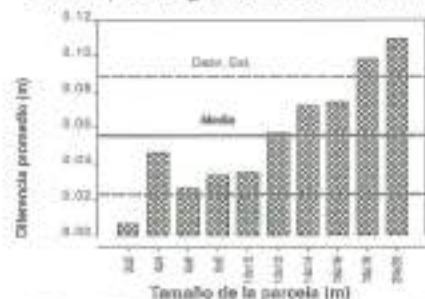


Figura 3. Tamaño de parcela vs. error medio

#### UTILIDAD DEL MÉTODO

Con los resultados obtenidos se analizó una parcela en un SIG y se elaboraron mapas de iso-especies y otros (no mostrados).



Figura 4. Mapa de iso-especies de una parcela experimental.

#### VENTAJAS DEL MÉTODO

Fácil de utilizar-Barato-No requiere equipo sofisticado-La información puede analizarse mediante SIG-Pueden analizarse simultáneamente varias parcelas debido a que cada sitio y árbol tiene coordenadas geográficas-Mayor precisión en la toma de información-Se puede tomar más información (cuatro radios de la copa del árbol y la altura dos veces), esto da valor a la información- El tiempo empleado es casi igual al de sitios circulares-Se pueden mapear grandes áreas aglomerando parcelas.

#### DESVENTAJAS DEL MÉTODO

La ubicación de las líneas al N-S-E-W debe ser lo más correcta posible de lo contrario arrojará errores-Se ajusta solo a parcelas cuadradas o rectangulares-Al inicio requiere de práctica-Requiere de al menos 3 personas-En terrenos con pendiente las parcelas deberán de ser menores.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El método presentado provee un procedimiento confiable para mapeo y geo-referenciación de árboles, los errores son mínimos cuando se tiene práctica, puede usarse para monitorear los árboles de las parcelas permanentes. Se recomienda para analizar los patrones espaciales de la vegetación ya que una vez mapeados se pueden hacer modelajes de inventarios, de manejo etc.

#### BIBLIOGRAFÍA.

1. Tomppo E. (1986). Models and methods for analyzing spatial patterns of trees. Comm. Inst. For. Finn. 85 p.
2. Reed, et al. (1999). A simple procedure for mapping tree locations in forest stands. For. Sci. Vol.35 657-662.

## UN MODELO COMPATIBLE PARA LA PROYECCIÓN DE DISTRIBUCIONES DIAMÉTRICAS DE RODEALES.

Sofía Sánchez Orois<sup>1</sup>, Heyns Koizé<sup>2</sup> y José Javier Corral Rivas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Waldinventur und Waldwachstum, Georg-August-Universität Göttingen Büdenweg 5, 37077 Göttingen, Germany; <sup>2</sup>Komatiand Forests, Private Bag X11201, Nelspruit 1200  
Correo electrónico de los autores: Sofia Sánchez Orois <SSanche1@gwida.de>; Heyns Koizé <Hkoizé@wscfcol.co.za>; José Javier Corral Rivas <jcorral@gwdg.de>

#### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta un método para la proyección de distribuciones diamétricas del rodal basándose en los variables casométricas área basal y número de árboles por hectárea. El creciente interés en disponer de información sobre la estructura de un rodal y su dinámica hacen que los métodos de proyección de distribuciones diamétricas juegan un papel muy importante a la hora de obtener este tipo de información.

Para tomar decisiones acertadas sobre el desarrollo futuro de un rodal es necesario disponer de información tanto del estado actual del rodal como de proyección en el futuro. Los costos asociados a la toma de datos en los inventarios forestales limitan el número de mediciones posibles; por esta razón los métodos de proyección de la distribución diamétrica adquieren una gran importancia en la actualización del inventario (Shortt y Burkhart, 1996); especialmente cuando se trata de especies de crecimiento rápido.

Diversos algoritmos para proyectar distribuciones diamétricas han sido propuestos por diferentes autores: Woolons y Hayward (1985), Pienaar y Harrison (1988), Pienaar (1989), Nepal y Somers (1992), Cao und Baldwin (1999) y Van Laar y Jansen (2001). La característica común de estos métodos es que se proyecta cada una de las clases diamétricas (Trincado et al., 2003). El objetivo principal de este trabajo fue analizar el algoritmo propuesto por Nepal y Somers (1992) para la proyección de distribuciones diamétricas en rodales de *Eucalyptus grandis* en Sudáfrica.

#### MATERIALES

Los datos utilizados para este trabajo provienen de cuatro parcelas de la especie *Eucalyptus grandis* en Sudáfrica que fueron medidas 8 veces en un período de 36 años. El intervalo de tiempo entre dos mediciones consecutivas varía de 2 a 5 años. Para cada medición se disponen de los

siguientes datos: edad, número de árboles por hectárea, área basal, índice de sitio, altura dominante, diámetro medio cuadrático y distribución diamétrica.

#### MÉTODOS

En este trabajo se analiza el método propuesto por Nepal y Somers (1992) para la proyección de distribuciones diamétricas del rodal. La aplicación de este método requiere una estimación de la tasa de supervivencia y del incremento diamétrico para cada una de las clases diamétricas. Una vez que se ha realizado la proyección de la distribución diamétrica deben corregirse las frecuencias observadas en cada clase diamétrica hasta que el resultado sea compatible con el área basal observada. El método de Nepal y Somers consta de tres pasos:

- a) Estimación de los parámetros de la distribución de probabilidad Weibull.
- b) Aplicación de la función de crecimiento de diámetro. En este caso se obtuvo esta función a partir de los parámetros de la distribución Weibull (Bailey, 1980).
- c) Aplicación del algoritmo para garantizar la compatibilidad entre la distribución diamétrica calculada y el número de árboles y área basal observados.

La bondad del ajuste entre las distribuciones diamétricas observadas y calculadas fueron evaluadas utilizando dos tests estadísticos diferentes: la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual permite comprobar si la distancia más grande entre las funciones de repartición empíricas y teóricas está más allá de un valor crítico o no (en este estudio un nivel de significación del 5% fue utilizado) y el índice de discrepancia relativa, el cual mide la proporción común para ambas distribuciones.

Todos los algoritmos utilizados para generar la proyección diamétrica de los rodales

fueron implementados en el programa SAS (statistical analysis system).

## RESULTADOS

La comparación entre las distribuciones diamétricas observadas y las modeladas según la prueba de Kolmogorov-Smirnov indicó que en 23 de las 28 distribuciones observadas (82%), no existe una diferencia significativa entre las distribuciones observadas y las calculadas. Para el índice de discrepancia relativa se obtuvo un valor medio de 0.19, indicando solamente pequeñas diferencias entre las distribuciones diamétricas observadas y las modeladas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación indican que el algoritmo propuesto por Nepal y Somers (1992) es un método adecuado para la proyección de distribuciones diamétricas. En otros trabajos realizados para la especie *Eucalyptus nitens* en Chile (Trincado *et al.*, 2003) también se han obtenido resultados similares. Una de las ventajas de este algoritmo es que para realizar la proyección de la distribución diamétrica se considera la estructura del rodal, por este motivo el método es también adecuado para la proyección en rodales con distribuciones diamétricas multimodales (p. ej. rodales después de clara o rodales irregulares).

La idoneidad de otros métodos como por ejemplo el propuesto por Cao y Baldwin (1999) debería ser analizada en futuros trabajos. Este último método tiene la ventaja de que primero se estima la mortalidad y después se estima el crecimiento diamétrico solamente de los árboles supervivientes.

## LITERATURA CITADA

- Bellay R. L., 1990: Individual tree growth derived from diameter distribution models. *For. Sci.* 26: 626-632.
- Cao Q.V. and Baldwin V.C., 1999: A new algorithm for stand table projection models. *For. Sci.* 45: 506-511.
- Nepal S.K. and Somers G.L., 1992: A generalized approach to stand table projection. *For. Sci.* 38: 120-133.
- Pienaar L.V., 1989: A stand table projection approach to yield prediction in plantations. *South-African Forestry Journal* 149: 44-47.

Pienaar L.V. and Harrison W.M., 1988: A stand table projection approach to yield prediction in unthinned even-aged stands. *For. Sci.* 34: 804-808.

SAS Institute Inc., 1989: SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4th edn., Vol 2. SAS Institute Inc., Cary, NC. 846p.

Shortt J.S. and Burkhardt H. E., 1996: A comparison of loblolly pine plantation growth and yield models for inventory updating. *South. J. Appl. For.* 20(1):15-22 p.

Trincado, G., Quezada, R. and Gadow, K.v., 2003: A comparison of two stand table projection methods for young *Eucalyptus nitens* (Maiden) plantations in Chile. *Forest Ecology and Management*. In press.

Van Leer, A. and Jansen, J.J., 2001: Models for Diameter distributions in even-aged Douglas Fir stands in the Netherlands. In: Akca, A., Hoffmann, B., Schumann, K. and Staupendahl, K. (eds.): *Waldinventur, Waldwachstum und Forstplanung*. Festschrift K. v. Gadow, Zohab Publisher, Göttingen: 185-194.

Woolfson, R. and Hayward, W., 1985: Revision of a growth and yield model for radiata pine in New Zealand. *For. Ecol. Manage.* 11: 191-202.

## VALIDACION DEL SICREMARS versión 1.0 EN *Pinus cooperi* DEL EJIDO LA VICTORIA PUEBLO NUEVO, DEL ESTADO DE DURANGO.

<sup>1</sup>Francisco Javier Hernández, <sup>2</sup>Arturo Gerardo Valles Gándara, <sup>3</sup>Manuel Hernández Silerio  
Profesor-Investigador del ITF, Investigador del INIFAP, Durango, Alumno Residente del ITF  
Correo electrónico: fcojhernandez@raiboo.com.mx

**INTRODUCCIÓN.** Durante 1996, un grupo de investigadores del INIFAP Durango y Estado de México iniciaron un proyecto de investigación para el desarrollo de un modelo de simulación del crecimiento maderable del *Pinus cooperi* para la Región de San Dimas en el Estado de Durango, resultando el SICREMARS versión 1.0. Este modelo de simulación estima el índice de sitio, la competencia, el crecimiento en diámetro y altura, la mortalidad y la incorporación de los árboles a través del tiempo en función de atributos biológicos y físicos de los individuos y del sitio a nivel árbol y a nivel unidad de área tanto para rodales costáneos como incoetaneos (Valles e Islas, 2000). En el 2001, este modelo fue validado con datos de parcelas permanentes con mediciones de crecimiento periódicas de 4.5 años, existiendo la intención de validarlo con datos provenientes de medición anuales. En el ejido la Victoria del Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo., se tienen ocho parcelas permanentes de muestreo, las cuales están sujetas a remediciones anuales; por los que se tomaron esos datos para realizar la validación del presente simulador de crecimiento.

**OBJETIVO.** Validar el modelo de simulación SICREMARS versión 1.0 con datos anuales provenientes de ocho parcelas permanentes de muestreo de *Pinus cooperi* del ejido la Victoria P. N. Dgo.

**MATERIALES Y METODOS.** El ejido La Victoria se encuentra ubicado al

sudoeste del estado de Durango, en el Municipio de Pueblo Nuevo. Este ejido pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, específicamente a la Subprovincia de la Gran Meseta y Cañones Duranguenses y Mesetas y Cañadas del Sur. La topografía del terreno es en su mayoría plana y ondulada, presentando un rango de elevación de 2400 a 2900 msnm. Las especies asociadas al *P. cooperi* son *P. durangensis*, *P. taocote*, *P. leiophylla* y *P. ayacahuite*. Para la validación del SICREMARS versión 1.0 se utilizó una base de datos proveniente de ocho parcelas permanentes de investigación silvícola. Estas parcelas son rectangulares y sus dimensiones son de 50 m por 100 m. Se encuentran ubicadas en rodales de *P. cooperi*. Estos sitios fueron establecidos en 1995, pero sus mediciones anuales se iniciaron en 1998. La validación del SICREMARS versión 1.0 se realizó sobre la predicción del crecimiento en diámetro, predicción del incremento en altura, rendimiento anual en volumen y mortalidad. Las variables de interés para validar el crecimiento en diámetro son el diámetro normal, el índice de sitio y el índice de competencia. En cuanto a la validación del incremento en altura, las variables del modelo utilizado fueron la altura total del árbol, el índice de sitio y el índice de competencia del área basal. La predicción del rendimiento en volumen total está en, en principio, en función del diámetro normal y la altura. Para predecir la mortalidad, el modelo considera como variables predictoras al

índice de sitio, índice de competencia y diámetro normal de los árboles.

**RESULTADOS Y DISCUSIONES.** Los análisis sobre la validación de crecimiento promedio anual del diámetro y de la altura a nivel árbol individual del diámetro indican que el simulador SICREMAR'S no los predice significativamente. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el error estándar ( $S_{yx}$ ) que resultaron de la relación lineal entre crecimiento promedio anual en diámetro observado y el estimado fueron de  $R^2=0.038$  y  $S_{yx}=0.06867$ , respectivamente. En relación a las estadísticas de validación de la predicción del crecimiento en altura, el coeficiente de determinación estimado es de 0.035 y el error estándar es igual a 0.9243. En términos generales, el crecimiento en diámetro es subestimado (Sesgo promedio=-0.13 cm) mientras que el crecimiento en altura es sobreestimado (Sesgo promedio=18.7cm). En contraste con lo anterior, el rendimiento promedio anual en volumen por hectárea se predice significativamente con el simulador SICREMAR'S (Tabla 1). El coeficiente de determinación y el error estándar resultante del análisis de regresión lineal para determinar la correlación entre el volumen observado y el estimado y el sesgo promedio estimado así lo demuestran ( $R^2=0.98$ ,  $S_{yx}=0.03937$  y sesgo promedio=0.02265).

Tabla 1. Estadísticas de validación del del simulador SICREMAR'S para estimar el rendimiento promedio anual por hectárea en volumen.

Categoría	Crecimiento observado (m <sup>3</sup> /ha/a)	Crecimiento estimado (m <sup>3</sup> /ha/a)		Sesgo
		Coeficiente	Constante	
T	2.14	2.14	0.14	1.86
1	2.06	2.06	0.04	1.98
2	2.08	2.04	0.04	1.23
3	2.14	2.00	0.14	2.97
4	2.12	2.00	0.12	2.74
5	2.04	2.00	0.04	1.11
6	1.70	1.66	0.02	0.98
7	1.24	1.20	0.02	1.28
Promedio	2.07	2.04	0.03	2.21

**CONCLUSIONES.** El rendimiento promedio anual por hectárea en volumen del *P. cooperi* que se desarrolla en el ejido la Victoria P. N. Dgo. se puede estimar utilizando las ecuaciones respectivas que están implícitas en el simulador SICREMAR'S Versión 1.0.

#### BIBLIOGRAFÍA

Valles G. A.; F. G. Islas. 2000. Sistema de ecuaciones del simulador del crecimiento maderable para la región de San Dimas, Dgo. SICREMAR'S versión 1.0. INIFAP-DGO., Mex. Publicación 14. 55p



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE AGRONOMIA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## CARTELES

## "CARACTERIZACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA CUENCA DEL RÍO CASILLAS EN EL MUNICIPIO DE RAYONES N. L."

JOSÉ MANUEL MATA BALDERAS<sup>1</sup>, DR. EDUARDO J. TREVIÑO GARZA<sup>2</sup>, DR. JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ<sup>3</sup>, DR. EDUARDO ESTRADA CASTILLON<sup>4</sup>, M. C. XANAT ANTONIO NÉMIGA.<sup>5</sup>

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencia Forestales U.A.N.L. ManuelMata792@hotmail.com.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencia Forestales U.A.N.L. etrevino@fcf.uanl.mx.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. JJimenez@fcf.uanl.mx.

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. eduardoestradaec@prodigy.net.mx;

<sup>5</sup>Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. xanynemiga@hotmail.com

La vegetación es un importante recurso natural renovable, que puede ser visto como una fuente de trabajo y recreación, y es un importante medio para el equilibrio natural de la vida.

Bajo la actual situación en la que se encuentra el país es importante la realización de estudios que a su vez ayuden a conocer el estado actual de los recursos naturales y que estos mismos nos marquen los pasos a seguir con respecto a su conservación y manejo sustentable.

La Cuenca del Río Casillas se considera como uno de las principales zonas de captación de agua para la región citrícola de Montemorelos, N. L.

El objetivo del estudio fue caracterizar la cubierta vegetal, así como determinar el tipo de vegetación dominante en la zona y la cobertura e intensidad lumínica por tipo de vegetación y elaborar un listado florístico.

Se realizaron muestreos dirigidos considerando los tipos de vegetación presentes en la cartografía digital del Inventario Nacional Forestal, 2000. Se levantó información en 20 localidades en las cuales se utilizaron los métodos de, muestreo circular para bosques y de

conglomerados o de tipo "L" para matorral.

Para matorral se tomó una unidad muestral tipo parcela (González, 1996) la cual está compuesta por dos parcelas rectangulares de 4 m de ancho por 40 m de largo (320m<sub>2</sub>) colocadas sobre el terreno en forma de escuadra a 90° denominado muestreo de conglomerados de 720 m<sub>2</sub>. Una parcela con dirección Norte-Sur y la otra con dirección Este-Oeste. Cada parcela se subdividió en 40 micro parcelas de 2 x2 (4m<sub>2</sub> cada una). La parcela N-S de cada sitio se codificó como "A" y la de E-W como "B".

Para bosque de coníferas y latifoliadas se realizaron muestreos de 500 m<sub>2</sub> con dos repeticiones por tipo de comunidad vegetal.

Para ambos métodos se tomaron las variables de diámetro, altura, cobertura, así como intensidad lumínica en la parte baja del dosel.

Se determinaron 10 tipos de vegetación de los cuales 5 tipos corresponden a matorrales, 3 a bosques, uno a chaparrales y uno a vegetación riparia, de los cuales el matorral fue el que presentó una

mayor distribución a lo largo del área de estudio.

La composición florística se encuentra altamente dominada por las familias *Leguminosae* y *Amaranthaceae* esto en el estrato arbustivo. En los bosques el estrato arbóreo se encuentra dominado por las familias *Fagaceae* y *Pinaceae* las cuales registraron mayor número de individuos por hectárea en el estrato arbóreo.

Las familias con mayor número de especies fueron; *Leguminosae* con 7 géneros y 8 especies, *Amaryllidaceae*, 1 y 3, *Pinaceae* 4 y 5, *Rutaceae* 3 y 3 y *Fagaceae* 1 y 9.

Las comunidades con mayor dominancia fueron los matorrales que cubren una área basal de 4,328.62 m<sub>2</sub>/ha, bosques con 2,333.19 m<sub>2</sub>/ha, chaparrales con 871.95 m<sub>2</sub>/ha y para vegetación riparia 1,026.48 m<sub>2</sub>/ha.

En bosques se obtuvo una cobertura de copa de 9,198 m<sub>2</sub>/ha. Representando más de un 90 % de cobertura. Para matorral tenemos 3,083 m<sub>2</sub>/ha siendo un 30 %, Chaparral 1,800 m<sub>2</sub>/ha lo que representa un 18 % y vegetación riparia 2,261 m<sub>2</sub>/ha representado un 22 %.

Podemos concluir que el bosque proporciona una mayor cobertura en cuanto a follaje se refiere, lo cual favorece a la protección de suelo. En cuanto al matorral se encontró una menor cobertura, sin embargo presenta una buena dominancia a lo largo de la cuenca, lo cual aporta una buena retención del suelo.

Debido a la importancia del área de estudio este trabajo pretende aportar

los cimientos para próximos estudios enfocados al manejo sustentable, con la aportación de información que brinde las características de la vegetación, así como de la distribución y las condiciones actuales de la cubierta vegetal.

Es importante también mencionar que las actividades económicas más importantes en las comunidades rurales de la zona, son la agricultura y la ganadería. Se observó que son los principales factores de deterioro de la cubierta vegetal en la región, debido al cambio de uso de suelo de vegetación natural a áreas de agricultura y pastoreo.

CRECIMIENTO Y ESTIMACIÓN DE BIOMASA DE ESPECIES DE MEZQUITE  
(*Prosopis spp*) EN LA REGIÓN CENTRO DE NUEVO LEÓN

Juan Martínez Medina

**INTRODUCCIÓN.** En México, el mezquite se encuentra establecido en más de 3.5 millones de hectáreas en las zonas áridas y semiáridas de la parte norte del país. Las especies, la importancia y usos del género están ampliamente documentadas (1, 2); sin embargo, el mezquite ha sido sobreexplotado debido a su extracción para el aprovechamiento directo y para la conversión en áreas agrícolas o pastizales, lo cual ha ocasionado la disminución creciente de los mezquites a grado tal de que dichas formaciones vegetales son escasas y pueden considerarse en algunas áreas como relictos. En Nuevo León, dada la importancia del mezquite para la elaboración de carbón, particularmente en el centro y norte del estado, actualmente se está en un proceso para valorar seriamente el recurso y lograr un aprovechamiento sustentable del mismo; lo anterior incluye una serie de planeamientos entre los que sobresalen: un diagnóstico de la situación actual del mezquite, alternativas eficientes para la carbonización e impulso a las plantaciones comerciales y a la reforestación. Aunque en la región existen algunos estudios sobre crecimiento y producción de biomasa de *Prosopis*, estos generalmente se han enfocado a la elaboración de tablas de volumen para *P. leavigata* y *P. glandulosa* (3, 4); sin embargo, se considera importante evaluar otras especies tanto nacionales como exóticas. Por lo anterior, el objetivo de este estudio es mostrar el crecimiento y la producción de biomasa de 7 especies de mezquite a los 4 años de edad, en la región centro de Nuevo León.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** El estudio se realizó en el Campo Experimental General Terán, Nuevo León, México, ubicado a 25º 18' de latitud Norte y a 99º, 35' de longitud Oeste, a una altura de 265 msnm; el clima es de tipo subtropical semiárido cálido; la precipitación anual es de 726.8 mm, temperatura media anual de 22.40C, con una máxima y mínima promedio de 36.10C y 9.30

<sup>1</sup> INIFAP, Campo Experimental General Terán. [jmtz\\_medina@hotmail.com](mailto:jmtz_medina@hotmail.com)

C, respectivamente; el suelo es un Vertisol, deficiente en nitrógeno y fósforo, y con un pH de 8.3. Los datos de crecimiento consideraron altura del árbol (m), diámetro de copa (m) y diámetro de la base del tronco (cm); la estimación de biomasa se realizó con base a tablas de conversión (5), previo al registro del área basal a 30 cm de altura sobre el suelo. La información corresponde a 7 especies (*Prosopis chilensis*, *P. nigra*, *P. velutina*, *P. alba*, *P. juliflora*, *P. articulata* y *P. sinerariis*) de un lote de introducción, cuyos árboles se plantaron cuando alcanzaron 50 cm de altura promedio, a 3 x 4 m, manejados sin ningún insumo y en condiciones de temporal (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies y procedencias de mezquite.

Especie	Procedencia
<i>Prosopis alba</i> (1)	Thermal, CA, USA
<i>Prosopis alba</i> (2)	Santiago, Argentina
<i>Prosopis articulata</i>	Bahía Verde, África
<i>Prosopis chilensis</i> <sup>1</sup>	Argentina
<i>Prosopis juliflora</i> (1)	Pretoria, Sudáfrica
<i>Prosopis nigra</i>	
<i>Prosopis sineraria</i>	Omán
<i>Prosopis velutina</i>	Pima, AZ, USA

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** En el Cuadro 2 y 3 se presentan los datos de crecimiento y de producción de biomasa, respectivamente. De acuerdo con la información, tres especies tuvieron el mayor crecimiento alcanzando hasta los 5.05 m, 6.27 m, 20.52 cm de altura, diámetro de copa y diámetro de tronco, respectivamente; el peso de los árboles fue del orden de 88.8 hasta 129.8 kilos.

Cuadro 2. Crecimiento de mezquite a los 4 años de edad.

Especie	Árbol (m)	Círculo	
		Copa (m)	Tronco (cm)
<i>P. alba</i> (1)	4.25	6.13	19.09
<i>P. alba</i> (2)	5.06	6.40	18.46
<i>P. articulata</i>	5.05	6.27	20.52
<i>P. chilensis</i>	4.92	6.10	19.47
<i>P. juliflora</i> (1)	1.75	1.58	4.77
<i>P. nigra</i>	0.90	1.24	2.38
<i>P. sineraria</i>	2.92	1.92	7.15
<i>P. velutina</i>	3.75	4.95	12.25

Cuadro 3. Producción de biomasa (peso del árbol) de mezquite de 4 años de edad.

Especie	Peso del árbol (kg)
<i>P. alba</i> (1)	113.3
<i>P. alba</i> (2)	88.8
<i>P. articulata</i>	129.8
<i>P. chilensis</i>	111.1
<i>P. juliflora</i> (1)	2.2
<i>P. nigra</i>	0.8
<i>P. sineraria</i>	12.9
<i>P. velutina</i>	41.5

Las especies *Prosopis alba*, *P. articulata* y *P. chilensis* tuvieron el mejor comportamiento, lo cual fue superior a lo encontrado en Brasil, en donde algunas especies crecieron entre 2.33 a 6.48 m de altura a los 8 meses de edad, en *P. alba* la altura fue de 4.7 m y de 3.3 m para *P. velutina* (6); en Argentina, *P. alba* a los 9 años, creció 4 metros de altura (7). Con relación a la tasa de crecimiento anual, fue de 93 a 114 cm para altura, de 148 a 174 cm en diámetro de copa y de 4.96 a 5.55 cm en la base del tronco. Considerando el peso de los árboles y la densidad de población (833 árboles/ha), la producción estimada de biomasa fue de hasta 108.1 ton/ha, cifra superior a los 82.7 toneladas en la India en *P. juliflora* de 3.5 años de edad (8); sin embargo, esta misma especie mostró un comportamiento pobre en el presente estudio, situación que se observó también en *P. sineraria*, *P. velutina* y especialmente en *P. nigra*. Lo anterior es indicativo de que el ambiente no es el apropiado para el desarrollo de estas especies, mientras que si lo es *P. alba*, *P. chilensis* y *P. articulata*, las cuales desde el inicio de la plantación mostraron potencial.

**CONCLUSIONES.** La información obtenida hasta la fecha, ha permitido discriminar especies de mezquite en función del crecimiento y producción de biomasa. Las especies exóticas han mostrado el mayor potencial. Sin embargo, se considera la necesidad de conocer su comportamiento en otros ambientes.

LITERATURA CITADA.

- Meraz V., S., J. Orozco V., J.A. Lechuga C., F. Cruz S y J. Vernon Carter. 1998. El mezquite, árbol de gran utilidad. Ciencias 51.
- Pasiecznik, N.M., Felker, P., Harris, P.J.C., Harsh, L.N., Cruz, G., Tewari, J.C., Cadoret, K. and Maldonado, L.J. 2001. The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* complex: a monograph. HDRA, Coventry, UK.
- Villalón M., H. 1998. Elaboración de ecuaciones y tablas de volumen de 13 especies del matorral para sistemas de manejo y producción de combustibles en la región de Linares, N.L. Primera reunión nacional sobre dendroenergía. Chapingo, Mex.
- INIFAP. 1999. 500 tecnologías llave en mano. SAGAR-INIFAP, México, D.F.
- Franco L., H. 1998. Elaboración de una tabla de conversión a biomasa para leña combustible de mezquite (*Prosopis glandulosa* TORR.), 1998. Primera reunión nacional sobre dendroenergía. Chapingo, Mex.
- Fernández L., P.C. 1998. Comportamiento silvicultural de especies de algarrobo en Petrolina-Pernambuco, región semiárida de Brasil. <http://iutro.boku.ac.at/iutro/iutrone1/d6/wu60304/poencias/lama4/finap.html>.
- Felker, P., López, C., Souffer, C., Ochoa, J., Abdala, R., Ewens, M. 2001. Genetic evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) in Argentina for cloning elite trees. *Agroforestry Systems*, 53 (1).



## CULTIVO IN VITRO DE *Tabebuia pentaphylla* (Bertol) DC (MATILISHUATE).

Miceli Mendez Clara Luz<sup>1</sup> & Mendoza Urbina Francisca Adriana<sup>2</sup>

1. Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, Escuela de Biología, UNICACH, 2. Estudiante de la Esc. de Biología, E-mail: fadrina@unicach.com.mx

**Introducción.** Los ecosistemas forestales de México son un recurso biológico de enorme valor global. En ellos habitan más del 10% de las especies de plantas y animales del planeta<sup>4</sup>. Debido a la privilegiada ubicación de México en la confluencia de las regiones biogeográficas naarica y neotropical, ha permitido el desarrollo de estos ecosistemas<sup>1</sup>.

Se estima que México ocupa el undécimo lugar en superficie forestal. A pesar de ello, en producción forestal tiene el vigésimo sexto lugar en el mundo, ya que únicamente aprovecha alrededor de 12 millones de m<sup>2</sup>, menos de 25% del potencial productivo de las masas forestales naturales en el país<sup>5</sup>.

Los cambios globales en el ambiente ponen en peligro la continuidad de los sistemas biológicos, la sustitución de las comunidades naturales por sistemas generalmente más simples, trae por consecuencia una reducción en el tamaño de las poblaciones de las plantas y animales<sup>7</sup>.

Es por eso que actualmente el cultivo de tejidos vegetales se presenta como una alternativa de los métodos convencionales de propagación en una amplia gama de especies de plantas, con resultados de enorme importancia en la productividad de numerosos cultivos hortícolas, así como en la calidad de muchas flores de ornato de gran valor estético y comercial<sup>8</sup>. Además en la propagación de especies forestales de valor comercial, que tienen inmenso potencial para ser utilizadas en sistemas de plantación, entre ellas se encuentra el matilishuate (*Tabebuia pentaphylla* (Bertol) DC).

El matilishuate pertenece a la familia de las Bignoniáceas, abundante en selvas subdeciduas y en vegetación secundaria<sup>9</sup>. Alcanza sus mayores desarrollos en Tabasco, Campeche y Chiapas<sup>6</sup>. Debido a las características de su madera, se ha usado para la elaboración de muebles y decoración interior, como pisos, puertas, paneles, etc.. El matilishuate es una especie que podría usarse con éxito en plantaciones comerciales, además de que se reproduce fácilmente por medio de sus semillas<sup>2</sup>.

### Objetivo General.

- Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de citocininas en la

formación de brotes en yemas apicales y axilares de *Tabebuia pentaphylla* (Bertol) DC (Matilishuate).

### \* Materiales y Método

La colecta del material vegetativo (estructuras vegetativas de árboles jóvenes y maduros, semillas), se realizó en Ocozocoácuta de Espinosa, Chiapas, mismas que se trasladaron al laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales.

Antes de la siembra de las estructuras vegetativas (yemas apicales y axilares) se desinfectaron con agua y detergente, posteriormente se agregó fungicida 1g/l por 15 minutos con agitación constante, enjuagándose con agua destilada estéril, agregándose alcohol etílico al 70% por 5 minutos y lavar con agua destilada estéril de 3 a 5 veces y por último se agrega hipoclorito de calcio al 15% con agitación constante por 20 minutos, enjuagándose con agua destilada estéril de 5 a 7 veces. El tamaño de los explantes apicales y axilares fueron de 1.5 cm. de longitud.

Se sembraron en tubos de ensayo (150 x 25 mm) conteniendo 25 ml de medio de cultivo, empleándose las sales minerales de Murashige y Skoog (1962), 0.4 mg/l de tiamina, 100 mg/l de mio-inositol, 3% de sacarosa, 0.6% de agar y reguladores de crecimiento. Para la brotación de las yemas apicales y axilares se probaron dos citocininas: Benziladenina (BA) y Cinetina (CIN), en concentraciones 0.0, 1.0, 3.0, 1.0, 3.0 mg/l, con 15 repeticiones por cada concentración de citocininas respectivamente, con segmento apical y axilar. La concentración 0.0 fungió como testigo. Se evaluó el número de brotes por explante, longitud del brote.

**Resultados y Discusión.** En la tabla 1, se muestran las respuestas de las diferentes concentraciones de citocininas tanto en yema apical y axilar.

Tabla 1. Efecto de Cinetina (CIN) y la Benziladenina (BA) en yemas apicales y axilares de matilishuate.

Tratamientos (mg/l)	X' (mm) yema apical		X' (mm) yema axilar	
	CIN	BA	CIN	BA
A (0)	0	0	0	0
B (0.1)	0	0	0	2.6*
C (0.3)	0.4	0	0.3	3.3
D (1)	0	0	0.3	1
E (3)	0	0.5	0	0

\*Se obtuvieron dos brotes por explante con yema axilar.

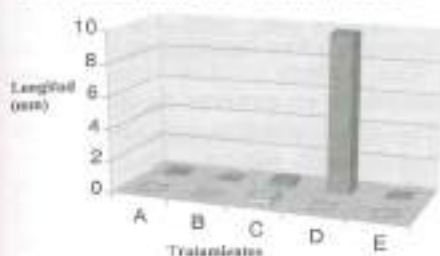


Fig. 1. Efecto de Cinetina (CIN) en la formación de brotes en yemas axilares y apicales de *Tabebuia pentaphylla* (Bertol) DC (Matilishuate).

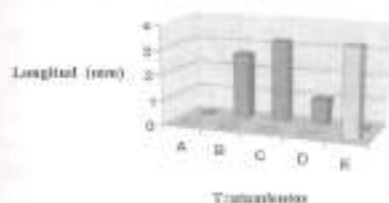


Fig. 2. Efecto de Benziladenina (BA) en la formación de brotes en yemas axilares y apicales de *Tabebuia pentaphylla* (Bertol) DC (Matilishuate).

Se evaluaron dos citocininas (Cinetina y Benziladenina) en la que se observó que la formación de brotes a partir de yemas apicales fue 0.3 mg/l de cinetina y 3.0 mg/l de BA, en tanto que en yemas axilares, se presentó en las siguientes concentraciones: 0.3 mg/l y 1.0 mg/l de cinetina y 0.1 mg/l (dos brotes), 0.3 mg/l (mayor crecimiento) y 1.0 mg/l de Benziladenina (BA), como se observa en la figura 1 y 2.

En las otras concentraciones no se obtuvo formación de brotes. La formación del número de brotes fue de uno por yema apical y axilar, en

las diferentes concentraciones de citocininas, respectivamente, excepto en la formación de brote en yema axilar con concentración de 0.1 BA, obteniéndose dos brotes. En la siembra de yemas apicales y axilares con reguladores de crecimiento se utilizaron yemas de árboles maduros, jóvenes y plántulas, encontrando que en los dos primeros, las yemas se contaminaban fácilmente y hubo una oxidación muy rápida del explante utilizado, en cambio en las yemas utilizadas de plántulas si se obtuvo respuesta favorable, no habiendo oxidación.

**Conclusión.** Para la formación de brotes a partir de yemas apicales y axilares de *Tabebuia pentaphylla* (Bertol) DC (Matilishuate) se requieren de reguladores de crecimiento, ya que en la concentración 0.0 (testigo) no se obtuvo crecimiento alguno. Los resultados se determinaron en base al crecimiento y mejor respuesta de las yemas apicales y axilares en la formación de brotes.

Las respuestas obtenidas de esta investigación servirán como referencia para trabajos posteriores en el cultivo in vitro, presentándose como una alternativa de micropropagación.

### BIBLIOGRAFÍA

1. CONABIO. 1998. Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México, 1ª. Ed. CONABIO, México, 94p.
2. Farrera S. O. 1995. El matilishuate. No. 9. Serie Yaxte. Instituto de Historia natural, México. 3-4, 6-7p.
3. Hurtado D. V., Merino M.E. 1991. Cultivo de tejidos vegetales. 2ª. Reimp. Trillas, México. 1p.
4. Merino L., Segura G. 2003. El manejo de los recursos forestales en México 1992-2002. Procesos y Políticas Públicas. México.
5. Miranda F. 1975. La vegetación de Chiapas. 2ª ed. Ediciones del gobierno del estado, México. 101p.
6. Pennington T. D., Sarukhán J. 1998. Árboles tropicales de México. 2ª ed. fondo de cultura económica. México. 480p.
7. Ruiz G., R. 1999. Cultivo in vitro de protocomos de *Lycaste aromatica* (hooker) Lindl. orquídeas. Tesis. Lic. en Biología. UNICACH. Escuela de Biología. Chiapas. 8 y 12p.
8. Vargas J., Jasso J., Bermejo B. 1994. El Mejoramiento Genético Forestal como Base para el Establecimiento de Plantaciones Forestales. IV Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SARH, INIFAP. México.

Efecto diferencial de la luz solar sobre el desarrollo inicial de *Abies religiosa* (HBK.) Schmidt. et Cham.

Cecilia Nieto de Pascual Pola,  
CENID-COMEF INIFAP, [d\\_cecil@yahoo.com](mailto:d_cecil@yahoo.com)

Miguel Angel Musálem S. CEVAMEX INIFAP  
[Mmusalem@avante.net](mailto:Mmusalem@avante.net)

## INTRODUCCIÓN

Las etapas iniciales son críticas para las especies forestales pues es cuando son más vulnerables al efecto de los factores ambientales. De ellos, la luz solar es la fuente de energía por excelencia para los procesos fisiológicos básicos de las plantas, y repercute de forma directa sobre su crecimiento y desarrollo.

Existe gran discrepancia sobre el comportamiento de *Abies religiosa* respecto a la luz, pues si bien el género *Abies* está catalogado como tolerante a muy tolerante a la sombra (Kozłowski *et al.*, 1991), su mejor regeneración se verifica hacia el exterior de la cobertura del dosel bajo condiciones naturales (Cervantes y Cuevas, 1981).

A fin de identificar la influencia de la luz sobre el desarrollo inicial del oyamel, se realizó un estudio experimental en el que se reguló el aporte de iluminación solar mediante sombreado de diferente intensidad con el objetivo de determinar el efecto de este factor sobre la supervivencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Abies religiosa* bajo condiciones controladas.

## MÉTODOS Y MATERIALES

Se trabajó con semilla procedente del Campo Experimental Forestal San Juan Tetla, Pue. El experimento se llevó a cabo en el Vivero Forestal de la

Universidad Autónoma Chapingo, en Texcoco, México. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones (Cochran y Cox, 1962). Los tratamientos consistieron en sombras de 90%, 70%, 50%, 35% producidas con sarán y 0% sin estructura alguna. Se diseñaron cajas de 1x1x1 m, que fueron recubiertas con el material señalado; la 6ª. cara estuvo descubierta, en contacto con el suelo, y funcionó como la abertura para introducir las plántulas (Musálem, 1984).

Las plántulas fueron producidas en el vivero bajo las mismas condiciones experimentales, y se obtuvo un tamaño de muestra de 11 por tratamiento, a partir de la baja viabilidad del lote de semillas (15.3%). Se aplicó riego con agua potable c/48 hr, a excepción del periodo de lluvias.

La información se analizó mediante el programa SAS (1998), y se aplicaron análisis de varianza y pruebas de Tukey para identificar diferencias entre los tratamientos.

## RESULTADOS

Bajo el 100% de luz y el 90% de sombra, la mortalidad de las plántulas fue del 45.45% y del 78.78%, respectivamente, y al 70% de sombra se presentó la supervivencia (90.91%) más exitosa y más duradera. La

mortalidad más severa se dio durante los primeros nueve meses. Las plántulas libres de sombra alcanzaron las alturas más destacadas, de 20 cm. El crecimiento más importante ocurrió de marzo a mayo y posteriormente, durante junio y julio.

La raíz conforma del 72.78 al 78.09% de la longitud total de las plántulas en todos los tratamientos. Bajo el 35% de sombra, se registraron los valores de biomasa más altos, tanto en peso fresco como peso seco.

## DISCUSIÓN

La alta mortalidad en el tratamiento libre de sombra puede estar asociada con un efecto inhibitorio o destructivo de la luz sobre la intensidad fotosintética, más que con una deshidratación del sustrato en virtud de que las plántulas recibieron riego con regularidad. Los resultados de alrededor del 80% de plántulas muertas bajo el 90% de sombra se pueden explicar por la severa limitación que supone la falta de luz solar para las reacciones clorofílicas. En contraste, las plántulas que alcanzaron las tallas máximas fueron las sobrevivientes al tratamiento libre de sombra, y crecieron a razón de 10:1 con respecto a las observadas en campo (Spurr & Barnes, 1992). A pesar de que la raíz representa la mayor proporción del tamaño total de la plántulas, el peso indica lo contrario; estas estructuras conservan menos agua en las partes aéreas, y los valores obtenidos fueron similares en todos los tratamientos. La mayor biomasa al 35% de sombra sugiere que las plantas más vigorosas crecen bajo ambientes lumínicos de menor intensidad que bajo luz directa.

## CONCLUSIONES

*Abies religiosa* tiene una supervivencia más exitosa en ambientes poco

iluminados, al haber registrado la menor mortalidad (9.09%) y haberla conservado constante durante 18 meses bajo 70% de sombra. El destacado crecimiento en altura en las plántulas libres de sombra sugiere una preferencia heliófila para el propósito de alcanzar altura, pero al 35% de sombra, las plántulas adquieren la mayor biomasa. Los resultados anteriores permiten concluir que *Abies religiosa* ha desarrollado respuestas diferentes a la luz lo que puede interpretarse como estrategias de conservación.

## REFERENCIAS

- Cervantes S., M. A. y R. A. Cuevas R. 1981. Análisis radicular de *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa*, *P. montezumae*, *P. ayacahuite* var. *veitchii* y de algunas especies herbáceas en relación con la humedad y otras propiedades físicas del suelo. UNAM/Fac. Ciencias. México, D.F. 180 p.
- Cochran, J. y W. Cox. 1962. Experimental designs. John Wiley & Sons, Inc. New York., pp.125-138.
- Devlin, R. M. 1976. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. pp. 248-250.
- Kozłowski, T. T., P. J. Kramer and S. G. Pallady. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press Inc. San Diego, Ca. 657 p.
- Musálem S., M.A. 1984. Effect of environmental factors on regeneration of *Pinus montezumae* Lamb. in a temperate forest of Mexico. PhD dissertation. Yale University. New Haven, Conn. 204 p.
- Spurr, S. H. y B. V. Barnes, 1982. Ecología forestal. AGT Editor, S.A. México. pp. 191-199.

Estructura poblacional de *Pinus lumholtzii* Rob. & Fern., especie endémica de la Sierra Madre Occidental

Bibiana Rivas Arzola  
Martha González Elizondo  
M. Socorro González E.  
Oscar A. Aguirre Calderón

Introducción

Las variaciones climáticas registradas en la segunda mitad del siglo XX, aunadas al efecto invernadero, han desencadenado procesos de cambio en los ecosistemas naturales. En muchos países del primer mundo el monitoreo de dichos cambios se inició desde la década de los 70's lo cual se facilitó gracias a la existencia en dichos países de estudios ecológicos previos sobre la distribución, estructura, composición y fenología de muchas especies en diferentes áreas. En México, sin embargo, son muy escasos los estudios básicos que permitan monitorear posibles cambios en los ecosistemas. Además, dada la extracción selectiva de especies en muchas áreas, son raras las áreas naturales sin disturbio que puedan utilizarse como laboratorios naturales para este tipo de estudios. Las poblaciones de *Pinus lumholtzii* Rob. & Fern. (pino triste), podrían constituir una buena opción para ello. Esta es una especie endémica de la Sierra Madre Occidental que ocupa sitios de suelo pobre y que no tiene valor comercial por lo que sus poblaciones regularmente sufren menos el impacto humano. Por lo tanto, los estudios ecológicos en las poblaciones de esta especie podrían revelar cambios relacionados con disturbios naturales o cambios en el ambiente.

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la estructura horizontal y de edades de cuatro comunidades de pino triste en el Sur del estado de Durango.

Metodología

Se seleccionaron dos sitios adyacentes al camino de la Cd. de Durango al aserradero La Flor (transecto LF), y otros dos sobre el camino de la cabecera municipal de El Mezquital al aserradero Los Charcos (transecto ME). Las poblaciones

seleccionadas se ubican en los límites altitudinales superior e inferior en cada transecto (Cuadro 1).

Sitio	Coordenadas (Lat. N, Long. W)	Altitud (msnm)
LF B	23° 42' 16" N, 104° 44' 20" W	2430
LF A	23° 37' 41" N, 104° 44' 00" W	2700
ME B	23° 22' 42" N, 104° 20' 30" W	2400
ME A	23° 16' 53" N, 104° 20' 46" W	2630

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las cuatro poblaciones estudiadas.

Se realizaron muestreos cuantitativos de la vegetación leñosa utilizando el método de cuadrantes centrados en un punto (Cottam y Curtis 1956). En cada sitio se levantaron 20 puntos de muestreo considerando tres estratos para las especies de *Pinus* (adultos, juveniles y regeneración) y un estrato de arbustivas. Se obtuvieron densidad, cobertura y frecuencia relativas considerando solo las especies de *Pinus* y densidad y frecuencia relativas considerando todas las especies leñosas presentes en la comunidad. Se estimó la edad de la mayoría de los individuos adultos de pino triste muestreados utilizando técnicas comunes en dendrocronología (colecta y procesamiento de núcleos de crecimiento, conteo, fechado y estimación de anillos faltantes hacia el centro). La estructura de edades se analizó de manera preliminar mediante análisis visual de los datos graficados. La relación entre el diámetro y la edad se evaluó mediante análisis de regresión lineal.

Resultados y Discusión

En el cuadro 2 se resumen los valores de importancia de las principales especies

leñosas registrados en cada uno de los cuatro sitios. De este se desprende que las diferencias en cuanto composición y estructura son más evidentes entre transectos que entre altitudes. Las especies de *Pinus* y de *Quercus* que acompañan a *Pinus lumholtzii* son diferentes entre los dos transectos. El valor de importancia de pino triste (considerando únicamente *Pinus spp.*) en el transecto de El Mezquital es muy similar en ambos sitios (283 y 281) y evidentemente mayor que el valor de importancia de esta misma especie en los dos sitios del transecto de La Flor (257 y 261).

Especie	LFA	LF B	ME A	ME B
<i>P. lumholtzii</i>	30	17	28	33
<i>P. teocote</i>	4	2		
<i>P. engelmannii</i>		2		
<i>P. durangensis</i>			3	2
<i>Q. utiformis</i>	40	38		14
<i>Q. castanea</i>	5	9	20	32
<i>A. greggii</i>	5	20	9	18
<i>C. pallida</i>			21	
<i>Arbutus spp.</i>	9	6		
<i>Sambucus spp.</i>	8	2	9	
<i>Quercus spp.</i>		5		

Cuadro 2. Valor de importancia parcial (densidad + frecuencia), en %, de las principales especies leñosas en cada sitio.

En términos generales las poblaciones del límite superior (ME A y LF A) son más viejas que las del límite inferior (ME B y LF B). La población en la que se registró un mayor porcentaje de individuos mayores de 200 años fue LF A (límite superior), mientras que la población con la menor cantidad de individuos viejos fue ME B (límite inferior). El individuo de mayor edad se encontró en la población ME A (330 años).

Relación diámetro-edad. La variación en el diámetro explica hasta un 56% de la varianza en la edad (en el caso de ME A). En las cuatro poblaciones, los modelos de regresión lineal simple ajustados muestran una relación positiva, estadísticamente significativa, entre el diámetro y la edad. Sin embargo, dado que existen patrones sistemáticos (heterogeneidad) en los residuales, lo que indica que la relación no es lineal (Neter et al. 1999) se intentó corregir o reducir los errores en los residuales ajustando modelos polinomiales

mejorando muy ligeramente las relaciones (Cuadro 3).

Sitio	R <sup>2</sup> L	R <sup>2</sup> P
LF A	0.37	0.40
LF B	0.55	0.56
ME A	0.54	0.56
ME B	0.43	0.45

Cuadro 3. Estadístico R<sup>2</sup> de la regresión diámetro-edad. Modelos lineal simple (L) y polinomial (P).

Conclusiones

La composición y estructura de los bosques de *Pinus lumholtzii* en el área de estudio varía poco con la altitud, en cambio existen notables diferencias entre los bosques ubicados en uno y otro transecto. La relación edad-diámetro, a pesar de ser estadísticamente significativa es inadecuada para predecir la edad en función del diámetro.

Literatura citada

- Cottam, G. & J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.  
Neter, J., W. Wasserman & M.H. Kutner. 1989. *Applied linear regression models*. 2nd. ed. Irwin, Homewood, Ill.

<sup>1</sup> Esc. Cien. For., UJED; aavir24@hotmail.com.

<sup>2</sup> CIIDIR-IPN Durango; martha\_g22@infosel.net.mx

<sup>3</sup> CIIDIR-IPN Durango; sgonzalez@emaneat.com.mx

<sup>4</sup> Esc. Cien. For. UANL; oaguirre@fd.uanl.mx

## LA SUSTENTABILIDAD EN LOS ECOSISTEMAS FORESTALES DEL SURESTE DE ZACATECAS, MEX.

<sup>1</sup>Martin Aguirre Cador, Manuel Alarcón Bustamante, <sup>2</sup>Alfredo Ortega Rubio  
<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

### RESUMEN DEL CARTEL.

El deterioro ambiental causado por el uso inadecuado de los recursos forestales es una de las principales causas del Cambio Climático Global. Actualmente el esquema de aprovechamiento de los recursos, plantea mantener el equilibrio ecológico y restituir el deterioro ambiental, buscando que en el proceso de desarrollo se incluyan las diferentes formas de capital (fijo, financiero, humano y natural). Desde la Cumbre de la Tierra en Río (1992), se han realizado múltiples esfuerzos para generar modelos que evalúen el nivel de sustentabilidad en los diferentes procesos de producción que involucran el aprovechamiento de recursos naturales.

En el sureste de Zacatecas, Méx., se realizan aprovechamientos comerciales de "maguey" (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) en ecosistemas semiáridos; sin embargo, no se ha generado crecimiento económico y no se garantiza estabilidad del capital natural. Es necesario caracterizar el estado actual de las comunidades forestales en las que habita la especie e integrar una bolsa de indicadores ecológicos que deberá complementarse con indicadores sociales y económicos.

### OBJETIVO

Determinar el nivel de sustentabilidad de ecosistemas forestales bajo manejo en el sureste de Zacatecas, mediante la

selección, desarrollo y uso de Criterios e Indicadores de sustentabilidad.

### METODO

**SELECCIÓN:** Los atributos para la selección y desarrollo de los criterios e indicadores fueron:

**Escala:** Local; **Mesurable:** disponibilidad de datos; **Fiable:** Posible de predecir con exactitud razonable; **Pertinente:** Debe decir algo significativo sobre el valor; **Comprensible:** simple y claro; **Válido:** Contenido objetivo y documentado; **Práctico:** debe ser rentable.

**MONITOREO.** Las fuentes de información de indicadores económicos y sociales son INEGI, CONAPO, y otras Instituciones municipales, estatales y federales, así como encuestas estructuradas y entrevistas abiertas.

Los indicadores ecológicos han sido obtenidos de Instituciones encargadas de monitoreo ambiental (INEGI; SEMARNAT; CONAFOR), y un muestreo aplicado en los ecosistemas forestales estudiados.

### EVALUACION.

### RESULTADOS

La superficie forestal con agave es 59,905 ha distribuidas en cuatro regiones con diferente densidad. En promedio 21 especies conviven con las poblaciones de agave. Entre las principales (*Larrea tridentata*, *Jatropha dioica*, *Opuntia* spp. y *Acacia vernicosa*). El rango de cobertura que representa el estrato arbustivo es entre

el 30.05 y 47.23%. Entre el 57.77 y 68.95% del suelo de la región se encuentra descubierto y expuesto a erosión.

El número de agaves prerreproductivos, rereproductivos y maduros representan el 84.87, 84.93 y 68.28% en relación con los juveniles.

Se requieren aproximadamente 1 millón de magueyes anuales para satisfacer la demanda industrial; sin embargo el manejo actual incrementa la extracción a 3.8 millones.

Un modelo dinámico de simulación analizado en el software STELLA 6.0, el cual contempla tasas de Natalidad, Mortalidad y diferentes tasas de aprovechamiento, muestra que el aprovechamiento comercial disminuiría considerablemente las poblaciones de agaves maduros en los próximos años.

Los indicadores ecológicos se complementarán con indicadores económicos y sociales para realizar una evaluación de sustentabilidad al comparar los valores reales con un modelo teórico que incluye valores de referencia.

Los resultados de la evaluación permitirán generar acciones que propicien el manejo sustentable de los ecosistemas forestales en el sureste de Zacatecas, Méx.

## Modelo Conceptual para la Selección de Criterios e Indicadores para Evaluar la Sustentabilidad del Manejo Forestal

<sup>1</sup>Raúl Narváez Flores, <sup>2</sup>Pamela A. Wright, <sup>3</sup>Saúl Alvidrez Villosa, <sup>4</sup>Martín Martínez Salvador, <sup>5</sup>Luis A. Domínguez Pereda, <sup>6</sup>Victor Gómez Herrera, <sup>7</sup>Santos G. Rodríguez García, <sup>8</sup>Gerardo Montes Olivas, <sup>9</sup>Jacob A. Molina Sánchez, <sup>10</sup>César I. Martínez Barrera, <sup>11</sup>Leonel Iglesias Gutiérrez, <sup>12</sup>Armando Bojórquez Chávez

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, C.E. Madera, Av. Hombres 3744, El Vergel, Chih., Chih., 31100, Méx. (marvaez19@hotmail.com)

<sup>2</sup>USDA Forest Service, Inventory and Monitoring Institute  
2150 Centre Ave., Bldg. A, Suite 300 Fort Collins, CO 80526

<sup>3</sup>Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal N° 2 "El Largo-Madera"  
Domicilio Conocido Cd. Madera, Chih.

<sup>4</sup>Comisión Nacional Forestal

**Introducción:** Los criterios e indicadores (C&I) representan una base científica para evaluar el estado de los bosques, y las prácticas de manejo a diferentes escalas, y proporcionan un punto de referencia para el desarrollo de políticas de conservación, manejo y desarrollo sustentable de los bosques (CCFM 2000). Asimismo, son herramientas que pueden ser usadas para coleccionar y organizar información en una manera que puedan ser útiles en la conceptualización, evaluación e implementación del manejo forestal sustentable (Boyle *et al* 1996), el cual es definido por Prabhu *et al* 1996, como un conjunto de objetivos, actividades y productos consistente en el mantenimiento y mejoramiento de la integridad ecológica de los bosques con el fin de contribuir al bienestar de la gente ahora y en el futuro. Uno de los pasos iniciales más importantes en el desarrollo de criterios e indicadores es seleccionar un marco de referencia para guiar el desarrollo de indicadores. Estos marcos de referencia son modelos conceptuales "de los cuales indicadores relevantes pueden ser desarrollados y seleccionados" (Maderen 1996 citado por Wright *et al* 2002). De acuerdo con CIFOR (Centro Internacional de Investigación Forestal) los marcos conceptuales son esenciales para la selección y desarrollo de C&I, por lo siguiente: a) definen los principales términos, como principios, criterios e indicadores, b) definen las restricciones bajo las cuales la evaluación de la sustentabilidad tiene lugar, c) facilita el uso de los sistemas de C&I para clarificar la relaciones jerárquicas y las relaciones entre los diferentes elementos, d) proporciona una estrategia para el desarrollo y evaluación operacional a un costo efectivo, y e) Permite la identificación del número mínimo de C&I confiables para cada

silo de prueba. Algunos de los más comunes marcos conceptuales utilizados para guiar programas de monitoreo incluyen los siguientes: a) basado en asuntos de interés, b) basado en sectores, c) basado en componentes del ecosistema, d) basado en metas, e) basado en causas, y f) basado en sistemas. Finalmente, los marcos conceptuales utilizados pueden ser construidos con el sustento de diferentes enfoques (USDA 2001).

**Objetivos.** Desarrollar un modelo conceptual que proporcione un marco de referencia para la selección y monitoreo de C&I, con el fin de evaluar el manejo forestal sustentable a nivel local de una manera confiable y con un costo efectivo.

**Método.** La prueba piloto de C&I se desarrolló en el Ejido El Largo, Municipio de Madera, Chihuahua. Del análisis de varios modelos conceptuales, se decidió adoptar y adecuar el marco conceptual propuesto por el Proyecto LUCID (Desarrollo de Criterios e Indicadores a Nivel Local) del Servicio Forestal de Estados Unidos, basado en sistemas. Este enfoque de sistemas se basa en que la sustentabilidad es una construcción que surge de la interacción de tres principios interactuando entre ellos, y que están definidos por los sistemas ecológico, social y económico, lo que nos permite obtener mejores resultados en la determinación de lo que se necesita sostener. Cada principio constituye una ley explícita o regla que sirve como base para la meta del manejo sustentable del ecosistema. En el que el sistema ecológico es reconocido como fundamental para la sustentabilidad, con los sistemas social y económico dependientes de su integridad.

El modelo conceptual basado en sistemas, organiza a los indicadores dentro de este esquema, y utiliza la estructura y función de los sistemas como las herramientas de organización (Wright *et al* 2002).

En el sistema ecológico se incluyen indicadores para evaluar la estructura y función a nivel de poblaciones, ecosistemas, y paisajes; en el sistema social a nivel de individuos, familias, comunidades, y pueblos; y en el sistema económico se consideraron individuos, familias, y empresas o industrias. Asimismo, se utilizó un marco de referencia jerárquico (redes de dependencia) para desmenuzar paso por paso y en un sentido lógico la meta del manejo forestal sustentable del ecosistema dentro de parámetros que puedan ser monitoreados y estimados (Wright *et al* 2002). En esta prueba, se empleó una estructura jerárquica de cinco niveles: Principios - Criterios - Indicadores - Verificadores - Valores de Referencia.

**Resultados:** Con el apoyo del modelo conceptual desarrollado, se revisaron un total de 17 Criterios y 100 Indicadores de las bolsas de LUCID, CIFOR-NA, CIFOR-BAG, Consejo Canadiense de Ministros Forestales, Proceso de Montreal, Bosque Modelo Chihuahua, y FSC. De la bolsa inicial de C&I se seleccionaron 14 Criterios y 52 indicadores para monitorear la sustentabilidad del manejo forestal a nivel local. Asimismo, se cuenta con la información de cada uno de ellos, en una base de datos en Microsoft Access.

La bolsa preliminar final de Principios, Criterios, Indicadores y Verificadores de esta prueba piloto, está conformada de la siguiente manera: Principio "Bienestar Social" con 5 criterios, 20 indicadores y 25 verificadores; Principio "Mantenimiento de la Integridad Ecológica" con 6 criterios, 20 indicadores y 36 verificadores, y Principio "Bienestar Económico" con 3 criterios, 12 indicadores y 17 verificadores. Lo anterior, da un total de 3 Principios, 14 criterios, 52 indicadores y 78 verificadores.

Los criterios seleccionados dentro del Sistema Social, Ecológico y Económico son los siguientes:

1) Principio "Bienestar Social": 1.1) Valores Espirituales y Culturales, 1.2) Valores Recreativos, 1.3) Acceso, 1.4) Valores de Involucramiento, y 1.5) Valores de la Salud Humana

2) Principio "Mantenimiento de la Integridad Ecológica": 2.1) Función del Paisaje,

2.2) Estructura del Paisaje, 2.3) Función del Ecosistema, 2.4) Estructura del Ecosistema, 2.5) Función de Población, y 2.6) Estructura de Población.

3. Principio "Bienestar Económico": 3.1) Existencias de Capital, 3.2) Producción y Consumo de Bienes y Servicios, y 3.3) Distribución de Costos y Beneficios.

**Conclusiones:** La prueba piloto desarrollada en los bosques del Ejido El Largo, adaptó un modelo conceptual y proceso metodológico factibles de ser aplicados en la selección y desarrollo de criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal a nivel local en los bosques templados de México.

La bolsa de C&I obtenida puede ser utilizada en la evaluación de la sustentabilidad forestal en los diferentes predios y ejidos con bosques templados del país. Sin embargo, los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales de cada Unidad de Manejo Forestal deben considerar las características particulares de su predio a fin de identificar y discriminar aquellos indicadores que no sean de aplicabilidad, o bien desarrollar e incorporar indicadores que describan algún proceso importante en su región, y que no hayan sido contemplados en el proceso realizado en Chihuahua.

### Bibliografía

- Boyle, T. J. B., M. Lawes, N. Manokaran, R. Prabhu, J. Ghazoul, S. Sathrapudja, H.-C. Thang, V. Dale, H. Eeley, B. Finegan, J. Soberon and N.E. Stork. (In preparation). Criteria and indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: A Practical Approach to Assessment of Biodiversity. CIFOR, Bogor
- Canadian Council of Forest Ministers. 2000. Criteria and Indicators of Sustainable Forest Management in Canada: National Status 2000. Natural Resources Canada, Ottawa. 122 p.
- Prabhu, R., C.J.P. Colfer, P. Venkateswarlu, L.C. Tan, R. Soekmadi, E. Woltenberg. 1996. Testing criteria and indicators for sustainable management of the forests: Phase I Final Report. Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- USDA 2001. LUCID Update, Issue 5. Forest Service Inventory and Monitoring Institute. 5 p.
- Wright, P.A., Alward, G., Hoekstra, T.W., Tegler, B. y M. Turner. 2002. Monitoring for Forest Management Unit Scale Sustainability: The Local Unit Criteria and Indicators Development (LUCID) Test (Technical and Management Edition). Fort Collins, CO: USDA Forest Service Inventory and Monitoring Report No. 4.

### Propagación *in vitro* de Agaves por medio de pulsos con 2,4-D.

Rafael Ramírez Malagón, Anatoli Borodanenko, José Luis Barrera Guerra, Luis Antonio Parra Negrete, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato.

**Introducción.** El género *Agave* comprende un conjunto de especies agrupadas en aproximadamente 200 taxa (1), que se reproducen por semilla o vegetativamente por hijuelos y últimamente también por cultivos *in vitro*. El *Agave* enfrenta problemas diversos como plagas, enfermedades, saqueos, etc., dando lugar a que algunas especies estén en peligro de extinción. Para ayudar a resolver la problemática del *Agave*, se han utilizado las técnicas de cultivo de tejidos vegetales (3, 4).

**Objetivo:** Mejorar la propagación *in vitro* de *Agave tequilana*, por medio de pulsos con 2,4-D.

**Materiales y métodos.** Se utilizaron rizomas de plantas sobresalientes de *Agave tequilana*, a los cuales se les quitaron las hojas hasta dejar un eje embrionario menor es a 3 cm, los cuales fueron desinfectados con etanol 70% por 30 segundos y después con hipoclorito de sodio comercial al 20% durante 20 minutos, a continuación fueron enjuagados 4 veces con agua destilada estéril, se plantaron en frascos con un volumen de 120 ml con 20 ml de medio de cultivo, dentro de un diseño factorial establecido por cuatro concentraciones de ácido 2, 4-dicloro fenoxiacético (2,4-D), las cuales fueron: 500, 1000, 1,500 y 2000 mg l<sup>-1</sup>, con tiempos de 0, 1, 3, y 6 días en medio de Murashige y Skoog (MS) (2). Después del tratamiento, los explantes fueron transferidos a medio MS fresco adicionado de 25 µg l<sup>-1</sup> de 2,4-D + 1 mg l<sup>-1</sup> de benciladenina y fueron incubados durante 30 días en un cuarto de crecimiento con una iluminación de 35

µEinstein m<sup>-2</sup> y una temperatura constante de 25 ± 2 °C. A los 60 días se hizo la evaluación para determinar el número de brotes por explante y se hizo un análisis de varianza para determinar diferencias y una separación de medias por (DMS) para determinar los tratamientos con datos sobresalientes. **Resultados y discusión:** El mejor tratamiento fue el de un pulso de tres días con 1,500 mg l<sup>-1</sup> de 2, 4-D, con el cual se obtuvo un promedio de 12 brotes por explante, con los tratamientos de 3 días con 1000 mg l<sup>-1</sup> 1 día con 1,500 mg l<sup>-1</sup>, 3 días con 500 mg l<sup>-1</sup> y 6 días con 500 mg l<sup>-1</sup> de 2,4-D, se obtuvieron 8.8, 8.2, 6.5 y 6.3 brotes por explante respectivamente. En cambio el testigo, solo indujo un promedio de 1.8 brotes, pero se formaron raíces en todos los explantes. Asimismo, es de hacerse notar que los tratamientos con 2,000 mg l<sup>-1</sup>, indujeron menos del 50% de brotes adicionales en comparación con los mejores tratamientos, con lo cual se infiere que ese es el límite máximo tolerado por el *agave* en forma de pulsos. El experimento mostró que diferentes pulsos originaron un número diferente de brotes, en función de los tratamientos con 2, 4-D empleados y como la multiplicación cada 60 días con los tratamientos antes mencionados dio lugar a un promedio que oscila entre 8 y 12 nuevos brotes por explante, con esta técnica se pueden generar miles de plantas uniformes en un solo año, sanas y pueden ser certificadas como libres de patógenos, por lo que el sistema de pulsos a base de 2,4-D aquí descrito,

constituye una alternativa para la propagación de *Agave*.

**Conclusión:** La técnica de propagación *in vitro* de plantas de *Agave* por medio de pulsos con 2,4-D, es útil para propagar *Agave tequilana*.

**Bibliografía.**

- 1.- Gentry, H.S. 1998. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press Tucson, Second Printing. 670 pp.
- 2.- Murashige, T. And Skoog, 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473 - 497.
- 3.- Nava C.A. y M.C. Lopez P. 1988. Formación y cultivo de callos de Maguey Tequilero (*Agave tequilana* Weber) *in vitro* Programas y Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética. Chapingo. P 24.
- 4.- Rodríguez-Garay B, Gutiérrez-Mora A, Acosta-Dueñas B. 1996. Somatic embryogenesis of *Agave victoria-reginae* Moore. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 46, 85-87.

Variación estacional de cobertura vegetal en áreas utilizadas por guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo intermedia*) en Lampazos del Naranjo N. L. Resultados preliminares.

Carrillo Saucedo Jorge<sup>1</sup>; Salas Westphal Amorita Ivonne<sup>1</sup>; Scott Morales Laura M.<sup>2</sup>; Estrada Castrillón Eduardo<sup>3</sup>; Jorge Arturo Alba Ávila<sup>4</sup>. <sup>1</sup> Escuela Superior de Biología, UJED. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales, UANL. [jorgechiv@hotmail.com](mailto:jorgechiv@hotmail.com), [aisalasw@yahoo.com.mx](mailto:aisalasw@yahoo.com.mx), [lscott@fcf.uanl.mx](mailto:lscott@fcf.uanl.mx), [eduardoestrada@fcf.uanl.mx](mailto:eduardoestrada@fcf.uanl.mx), [albavila15@hotmail.com](mailto:albavila15@hotmail.com)

Realizar estudios de la flora nativa es importante ya que es una fuente de recursos naturales de interés alimenticio, forrajero, industrial o farmacológico, estético y además de abrigo y alimento para la fauna silvestre (Romero, 1998). Resulta relevante entonces hacer investigaciones sobre el ambiente de dichas especies de fauna, si consideramos que algunas de estas especies de fauna representan para el hombre no sólo un valor ecológico, sino económico y productivo, como el guajolote silvestre por ejemplo, que es aprovechado para la caza deportiva y en algunas entidades del país aun es utilizado como alimento, (Román, 2000). Gran parte de la evaluación del hábitat de fauna se basa en mediciones de vegetación, que puede ser caracterizada mediante numerosos atributos. La cobertura expresada en por ciento de las distintas especies, la estructura, diversidad y abundancia se reconocen como los parámetros más importante a considerar en estudios de esta especie de fauna silvestre. Dado que la información sobre el hábitat del guajolote silvestre en México es escasa, con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de la variación estacional en la diversidad y abundancia en diferentes asociaciones vegetales de las áreas consideradas de uso para esta especie cinegética en una localidad del municipio de Lampazos de Naranjo, Nuevo León y cuyos resultados se

vincularán después con otras investigaciones que a su vez serán utilizadas para mejorar el aprovechamiento de esta especie. Lo que aquí se presentan son resultados preliminares de cobertura por especie por temporada del a\_o. Esta investigación forma parte del macroproyecto Análisis de la relación aptitud ecológica-parasitismo del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) de Nuevo León, México. Alanís F. (1996) identificó cinco tipos de vegetación para el estado de Nuevo León: matorral espinoso, bosque de pino encino, matorral submontano, pastizal natural, matorral desértico. Estrada y Guevara (2000) reportaron cinco diferentes asociaciones vegetales en el área de estudio: matorral micrófilo, matorral submontano, matorral rosetófilo, encinar y vegetación riparia. Para cumplir los objetivos de esta fase preliminar se identificaron las áreas de uso del guajolote silvestre (matorral micrófilo, vegetación riparia y matorral rosetófilo) y en cada unidad de paisaje se trazaron cuatro cuadrantes fijos seleccionados al azar (de 100 m<sup>2</sup> c/u). Para matorral micrófilo se hicieron 3 repeticiones dada su superficie. Una vez trazado el cuadrante, se hizo una estimación de la cobertura del suelo en el 10 % de la superficie del mismo (seleccionado también al azar). Después se registraron los diámetros de los individuos dentro del cuadrante:

especie, y altura. Se colectaron y pensaron en campo muestras de plantas en cada cuadrante, de acuerdo a su dificultad para determinarlas directamente en campo. Se trabajó con el listado y mapa de la vegetación del área de estudio proporcionado por Estrada y Guevara (2000). Los resultados muestran una clara dominancia de cobertura de *Acacia rigidula* (chaparro prieto) en las siguientes temporadas y sitios de muestreo: en primavera en el sitio No. 2 de matorral micrófilo (61.54%) y el de vegetación riparia (86.21%); en verano obtuvo los valores más altos tanto en los tres sitios de matorral micrófilo, como en el ripario (59.15%, 38.15%, 28.47% y 39.56% respectivamente); en oto\_o presentó la misma tendencia que en verano con valores (en el mismo orden) de 49.87%, 40.2%, 32.82% y 31.26%; en invierno disminuyó considerablemente su cobertura, presentándose solo en el sitio No. 2 de matorral micrófilo como la más dominante (50.21%). En cuanto al número de especies con cobertura mayor al 5%, para primavera y verano fueron 13 especies, para oto\_o 16 especies y para invierno 22 especies. Para el matorral rosetófilo la mayor cobertura la presentó *Acacia berlandieri* (guajillo) en verano (24.38%) y en invierno (18.03%). Otras especies con cobertura alta fueron: en primavera *Leucophyllum frutescens* (cenizo) (19.13%) *Agave lechuguilla* (9.21%) en matorral micrófilo y *Opuntia rastrera* (17.66%) en matorral rosetófilo; en verano *Brihelia laciniata* (41.6%) en ripario y *Acacia berlandieri* (24.38%) en matorral rosetófilo; en oto\_o *Xanthoxylum fagara* (19.58%) en matorral rosetófilo; y en invierno *Aloysia gratissima* (39.05%) y *Bernardia myricaeifolia* (42.25%) en matorral micrófilo, *Acacia berlandieri* (20.45% y 18.03%) en matorral micrófilo y matorral

rosetófilo respectivamente, y por último *Agave lechuguilla* (17.17%) en matorral rosetófilo. Resalta el hecho de que ninguna de todas estas especies fue reportada por Carrillo (2001) en el estudio de dieta del guajolote silvestre en la misma área de estudio, donde se citan a las gramíneas como elemento principal de la dieta. De hecho estas especies representan más bien un factor de cobertura de protección para el guajolote, pero eso no como satisfactorios para la especie. Estos resultados preliminares resultan relevantes y deberán contrastarse más adelante con los de estructura, diversidad y abundancia de la vegetación, así como con los de distribución del guajolote con el fin de poder diseñar un plan de manejo adecuado para dicha especie en el área de Lampazos de Naranjo, N.L. Este proyecto ha sido financiado por CEMEX Central S.A. de C.V. a través de su Depto. de Vida Silvestre.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMIA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## ECOLOGIA FORESTAL

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

## Aplicaciones de la ecología del paisaje a la planificación del manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

Enrique J. Jardel Peláez y Manuel Ramírez Romero

Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. [ejardel@cucsur.udg.mx](mailto:ejardel@cucsur.udg.mx)

### Introducción

En México la mayor parte de las áreas de producción forestal se encuentran en terrenos montañosos, lo cual tiene importantes implicaciones de manejo. Los ecosistemas forestales de montaña juegan un papel esencial en el control de procesos hidrológicos y ecológicos a escala regional, de modo que los efectos locales del manejo pueden generar impactos ambientales en zonas distantes. Por otra parte las características de alta heterogeneidad de los paisajes montañosos (variación en altitud, climas, geofomas, efectos de exposición, suelos, vegetación, usos del suelo, regímenes de perturbaciones naturales y antropogénicas, alta diversidad biológica y presencia de especies raras y endémicas) implican a su vez una alta variación en las condiciones de sitio, productividad, estructura y composición de los bosques. Por lo general los programas de manejo forestal en nuestro país no han incorporado de manera consistente el análisis de la variación de las condiciones geocológicas y los patrones y procesos a escala del paisaje. La planificación territorial de las actividades forestales a diferentes escalas (región, predio, rodal), basada en el análisis geo-ecológico, es un aspecto fundamental para el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales y para la conservación y restauración de las funciones ecológicas y la biodiversidad de los bosques. En este trabajo se presentan ejemplos de la aplicación de la ecología del paisaje en la planificación del manejo forestal en un ejido, Ahuacapán, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) en los estados de Jalisco y Colima.

### Objetivo

El objetivo de este trabajo fue la aplicar conceptos teóricos y métodos de análisis de la ecología del paisaje a la planificación territorial del manejo forestal en la RBSM, a nivel de predio.

### Métodos

Se partió del enfoque de ecología del paisaje (Bailey 1998), considerando que las características de la vegetación relevantes para la silvicultura y ordenación forestal (distribución espacial de unidades de vegetación definidas por su estructura y composición y variación espacial de la productividad de los rodales), son una expresión del efecto de gradientes de factores ambientales limitantes (humedad, y nutrientes del suelo) y de gradientes de perturbación (incendios, ciclones, deslizamientos de suelo, etc.). Se planteó también que los métodos utilizados fueran asequibles a unidades de servicios técnicos forestales. El área de estudio correspondió al Ejido Ahuacapán (Municipio de Autlán, Jalisco; 19°36'-19°41' N y 104°16'-104°21' W), con una extensión de 3706 ha. Se integró un sistema de información geográfica a partir de cartografía temática 1:50,000 del INEGI y modelos de elevación digital del terreno. Utilizando el programa *ARC/INFO* 2.0 (Eastman 1997), se elaboraron mapas de unidades de paisaje basadas en factores físicos, excluyendo la vegetación, combinando mapas de elevación, tipos de clima, rangos de pendiente, geología y suelos. Con ayuda de fotografías aéreas, mapas topográficos y recorridos de campo, se complementó la descripción de estas unidades de paisaje. Para explorar la relación entre los tipos de vegetación y las unidades de paisaje, se superpusieron los mapas respectivos y se hicieron análisis estadísticos de asociación basados en tablas de contingencia. A partir de estos análisis de asociación entre vegetación y condiciones de sitio, de información de inventario forestal sobre la estructura, composición y productividad de los bosques, y de la evaluación de factores limitantes como la inclinación de la pendiente, el tipo de suelos y las condiciones climáticas, se establecieron recomendaciones de uso del suelo y de manejo de vegetación.

### Resultados

Se identificaron 7 unidades de paisaje, que se subdividieron en 14 subunidades, las cuales fueron denominadas utilizando



nombres de parajes o zonas representativas de sus características e identificables por la población local para fines de manejo. Se determinaron 13 unidades de vegetación, incluyendo desde selva baja caducifolia en las partes bajas (<1200 msnm) a bosques de pino-encino en las partes altas (>1500 msnm), pasando por bosques de encino sacos y bosque mesófilo de montaña. Se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre tipos de vegetación y unidades de paisaje. Por ejemplo bosque de encino asociado con laderas medias con pendientes fuertes y regosoles, bajo clima semicálido subhúmedo; bosque de pino-encino con laderas altas convexas, con pendientes moderadas a fuertes, cambisoles y clima templado subhúmedo; y bosque mesófilo de montaña con geformas cóncavas como depresiones ("joyas") o barrancas, con cambisol o regosol eútrico, bajo clima templado subhúmedo. Dentro de los bosques de pino-encino se encontraron diferencias en productividad (crecimiento en altura, incrementos volumétricos) asociados con las unidades de paisaje.

#### Discusión y Conclusiones

La asociación entre unidades de paisaje definidas con variables físico-geográficas y la vegetación actual, permiten hacer inferencias sobre la vegetación potencial y seleccionar las especies guía y las condiciones de composición y estructura que sirven como base para elaborar prescripciones de manejo. Por ejemplo, dentro de las áreas cubiertas por bosques de pino dominados por *Pinus obliquata*, encontramos sitios donde la vegetación potencial es bosque de pino-encino (geformas convexas) o bosque mesófilo de montaña (geformas cóncavas). En estas últimas se observa el establecimiento de latifoliadas bajo dosel de pino y estudios en el área adyacente de la Estación Científica Las Joyas indican un patrón de reemplazo sucesional de los pinares por el bosque mesófilo de montaña (Jardel *et al.* 2001). Estas observaciones tienen aplicaciones en la definición de prescripciones de manejo orientadas a producción de madera de las especies con mejor potencial dadas las condiciones de sitio, restauración de hábitat o poblaciones de especies de interés para la conservación biológica o la producción forestal, para protección de unidades de vegetación con características únicas, y para la evaluación de impacto ambiental, diferenciando en este caso patrones determinados por las condiciones naturales

de sitio o por efectos de perturbaciones antropogénicas (desmontes agrícolas, incendios forestales, extracción de madera, pastoreo) a las cuales han estado sometidas históricamente los bosques del predio bajo manejo.

#### Bibliografía

- Bailey, R.G. 1996. *Ecosystem Geography*. Springer Verlag, Nueva York.  
 Eastman, J.R. 1997. *IDRISI for Windows, User's guide version 2.0*. Clark University, Worcester, Mass.  
 Jardel, E.J., E. Ezcurra, A.L. Santiago P., C. Cortes M. y J.M. Ramírez R. 2001. Sucesión en bosques de Pino-Encino y Mesófilo de Montaña en la Sierra de Manantlán. Memorias V Congreso Mexicano de Recursos Forestales, Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C. y Universidad de Guadalajara (CUCBA), Guadalajara, Jal.

## Cambio climático en Ags., Gto. y Zac y su posible impacto en las masas forestales

Abraham de Alba Avila y Luis Humberto Maciel Pérez

Campo Exp. Pabellón, INIFAP

aalba@pabellon.inifap.conacyt.mx

#### Introducción

Queda claro que los cambios climáticos se están documentando ya a nivel global (Easterling, *et al.* 1997) sin embargo existe muy poca y dispersa información a nivel nacional y local que esté retomando el análisis de tendencias en los parámetros de temperatura e inclusive precipitación. Una excepción ha sido el esfuerzo en cuanto al impacto en el cultivo de maíz (Ruiz *et al.* 2000a y b) en un solo estado. Se considera que el impacto en el desarrollo y reproducción de las masas arboladas, principalmente pinos y encinos en las cordilleras centrales de México pueden ser particularmente vulnerables al ser "islas" medianamente separadas por valles altamente urbanizados y por lo tanto propives de ser fuertemente afectados no solo por cambios de temperatura o precipitación sino inclusive por contaminantes urbanos.

#### Objetivos

- Identificar gradientes altitudinales y latitudinales que simplifiquen las tendencias climáticas.
- Determinar tendencias en el tiempo de los parámetros climáticos (precipitación anual, mensual y temperaturas máxima, mínima, oscilación, promedios anual y mensual).
- Analizar posible impacto en el desarrollo y reproducción de los encinos por los cambios climáticos.

#### Materiales

Se consolidó una base de datos de todas las estaciones con las características mínimas: coordenadas (UTM), altitud, variables y longitud de registro (Maciel, 1999) en los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato; y se localizaron en mapas de 1:250,000 para una mejor visualización. Se determinaron gradientes para una mejor representación de estaciones en cuanto a espaciamiento y altitud cuidando al máximo la ortogonalidad y dirección deseables (N-S y W-E).

#### Métodos

Las series de tiempo de las variables de Temp., media, oscilación, Temp. máxima,

mínima y precipitación para resúmenes mensuales y anuales se procesaron con el programa SICA v2.0 (Medina y Ruiz, 1992). Además se observaron las frecuencias y se hizo filtrado para determinar normalidad de distribuciones. Se aplicaron modelos de regresión lineal con el programa NCSS 2001.

#### Resultados

Se validó una base que comprende los cinco de estados de: Aguascalientes (44 estaciones), Zacatecas (31 estaciones), Jalisco (15 estaciones), Guanajuato (2 estaciones) y San Luis Potosí (4 estaciones) (Maciel, 1999). Dicha base de datos se desplegó en mapas estatales de escalas variables (1:700,000 a 1:175,000). Se decidió utilizar el corredor del valle de Aguascalientes como eje N-S ya que su altitud no rebasa los 2,000 y tiene estaciones con registros de más de 30 años.

Cuadro 1. Significancia y pendiente (paréntesis) de las regresiones lineales en las estaciones del eje N-S.

Variable	Trend	Trend	Media	Coch.	Pc	Eva.
	(0.05)	(0.01)	(0.05)	(0.05)	(0.05)	(0.05)
P.Aguascalientes	NS	NS	NS	NS	NS	NS
P.Zacatecas	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ags.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Gto.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
S.Mexico	NS	NS	NS	NS	NS	NS

No obstante que el gradiente es corto, de medio grado de latitud, existen resultados sorprendentes, al saber: No existe ninguna tendencia significativa ( $\alpha=5\%$ ) en la precipitación a nivel anual; b) hubo dos estaciones con una tendencia lineal significativa en la evaporación, ambas en sentido negativo, una con 10 mm/año y en el Niagara, de 15 mm menos cada año, lo cual refuerza los datos sobre temperaturas. En términos de temperaturas anuales, c) tres estaciones tuvieron tendencias significativas decrecientes, pero con el extremo norte sin significancias, dos de 3 °/100 años y en el extremo sur, con -10°/100 años, que es el

indicador más extremo hasta ahora; d) tanto la temperatura mínima como la media, se mostraron con una tendencia decreciente en cinco estaciones con la excepción del Niagara, se presume que el cuerpo de agua aminora fuertemente las tendencias de la misma manera que se observó en la Presa Calles (datos preliminares exploratorios); d) La temperatura media muestra un patrón parecido al anterior, y con la misma particularidad de tener su tasa más alta en el extremo sur en la estación de San Bartolo con un cambio de  $-7.2^{\circ}/100$  años; e) la oscilación, es decir la diferencia entre las temperaturas mínima y máxima también muestra una tendencia, solo significativa en cuatro estaciones pero fuerte en el lado S, con tasas de  $-5.6^{\circ}/100$  años.

#### Discusión y Conclusiones

El estudio ha demostrado la validez de un análisis más amplio para corroborar las tendencias que estadísticamente se han validado sin embargo se tiene duda sobre su amplitud geográfica. No solo se están manifestando temperaturas mínimas cada vez más bajas en el sur del gradiente latitudinal, sino que la diferencia entre la máxima y la mínima (oscilación) también se está reduciendo, lo cual puede ser de un impacto importante pero de magnitud desconocida para los organismos perjudiciales no solo de la madera sino del suelo.

#### Bibliografía Citada

Easterling, D.R.; B. Horton; P.D. Jones; T.C. Peterson; T.R. Karl; D.E. Parker; M.J. Salinger; V. Razuvaev; N. Plummer; P. Jameson & C.K. Folland. 1997. Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science* 277:364-367.  
Maciel P., L.H. 1999. Potencial Productivo. CD-ROM. Vol.1. SARH-INIFAP. Campo Exp. Pabellón.

Medina G., G. y J.A. Ruiz C. 1992. SICA: sistema de información para caracterización agroclimática v.2.0. SARH-INIFAP. Campo Exp. Zacatecas. Tema Didáctico 2. 103 p.  
Ruiz C., J.A.; J.L. Ramírez D.; F.J. Flores M. y J. de J. Sánchez G. 20001a. Cambio climático y su impacto sobre la estación de crecimiento de maíz en Jalisco, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 23:189-192.  
Ruiz C., J.A.; J.L. Ramírez D.; F.J. Flores M. y J. de J. Sánchez G. 20001b. Cambio climático y efectos sobre las áreas potenciales para maíz en Jalisco, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 23:183-194.

## CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LA PRIMAVERA, JALISCO EN EL PERIODO 1977-2002

#### Autores:

Agustín Gallegos Rodríguez  
Efraín Abundio Ramírez  
Jesús Hernández Alonso  
Juan Espinosa Aréchiga<sup>1</sup>

#### Introducción

En todo ecosistema forestal ocurren una serie de procesos biológicos y antropogénicos que rigen la dinámica del mismo (Budowski, 1965). El impacto de estos procesos ha sido evaluado desde diversas perspectivas entre las que destacan la pérdida de biodiversidad, el calentamiento global o cambio climático; el cambio de uso del suelo, entre muchas otras consecuencias ambientales.

Una manera confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es a través del estudio de la dinámica espacio temporal de la cubierta vegetal (Berry *et al.*, 1996).

#### Antecedentes

En la década de los 80's, se iniciaron algunos estudios sobre el cambio de uso del suelo en la Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre La Primavera, sin embargo, no se han reportado resultados contundentes y confiables sobre este proceso. Por tal motivo, se presentó este proyecto ante la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de la SEMARNAT y al Comité Técnico para la Administración del Bosque La Primavera para su consideración, resultando aceptado y financiado por la CONAFOR.

<sup>1</sup> Profesor-investigador del DPF del CUCBA-UdG

<sup>2</sup> Tesista de licenciatura

AGRADECIMIENTO A LA CONAFOR POR EL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

#### Objetivo general

Determinar y cuantificar grado del cambio de uso del suelo en el polígono del área protegida Bosque La Primavera en el periodo 1977 - 2002.

#### Materiales y métodos

El Bosque La Primavera se localiza al poniente de la ciudad de Guadalajara y cuenta con una superficie aproximada de 36,229 hectáreas.

El 6 de marzo de 1980 fue declarada como Área de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre en una superficie de 30,500 hectáreas y en junio del 2000 fue recategorizada como Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera" (APFFLP).

El presente trabajo se basa en la fotointerpretación, digitalización, cuantificación y análisis estadístico del cambio de uso del suelo de los años 1977, 1986, 1993 y 2002 para el polígono del APFFLP, según el Programa de Manejo del área.

Las fases de este trabajo fueron:

- Digitalización de mapa de uso potencial del suelo (CETENAL) del año 1977, escala 1:50,000.
- Fotointerpretación y restitución de fotos aéreas del año 1986.
- Digitalización de los polígonos de uso agrícola, pastizal, urbano y forestal en el mosaico de ortofotos de 1993 y en la imagen de satélite SPOT del 2002.

- Clasificación supervisada en las imágenes para categorizar las superficies que han sufrido cambios.
- Verificación en campo con puntos de GPS.
- Comparación estadística y cartográfica para diferentes fechas.

El uso forestal se clasificó con y sin cubierta arbórea. Con cubierta arbórea son aquellos rodales con una densidad mayor al 20%, sin diferenciar la composición.

Con base en las superficies correspondientes a los diferentes tipos de uso del suelo para las diferentes fechas, se estimó la tasa de cambio de acuerdo a la ecuación utilizada por FAO (1996), para el cálculo de tasas de deforestación en porcentaje de la superficie al inicio de cada año.

Donde:  $t$  es la tasa de cambio (para expresar en % hay que multiplicar por 100),  $S_1$  superficie en la fecha 1;  $S_2$  superficie en la fecha 2, y  $n$  es el número de años entre las dos fechas.

Los valores negativos son una pérdida en superficie y los valores positivos una ganancia.

## RESULTADOS

De acuerdo al análisis Multitemporal 1977 - 2002 de las capas forestal, agricultura -pastizal, se observó una tendencia marcada de 9/1, esto significa que la cobertura arbórea se mantuvo en un promedio del 90% y la agricultura y el pastizal en un 10%.

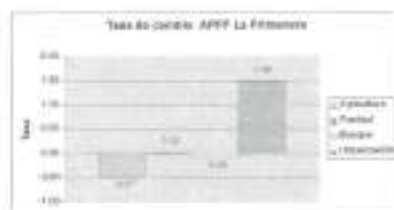


Fig. 1 Tasa de cambio

Los resultados de la tasa de cambio T1 (1977) y T3 (2002) para los usos agrícola, pastizal y bosque presentan una reducción en superficie que no llega al 1%, mientras que la cobertura forestal, muestra una reducción mínima para este periodo. Sin embargo, la capa de urbanización para un periodo de 9 años, T1 (1993) y T2 (2002), si presenta una tasa de cambio significativa del 1,49 %.

## Conclusiones

La dinámica del uso del suelo en el APFFLP presenta una tendencia bien definida del uso forestal, agrícola y pastizal, desde antes que se declarara como Área Protegida, sin embargo, en la última década la urbanización presentó un crecimiento considerable dentro del polígono del Área Protegida.

## Literatura

- Budowski, G. (1965). Sistemas de regeneración de los bosques de bajura en la América tropical. Caribbean Forester.
- Berry, M. W., R. D. Flamm, B.C. Hazen, R.L. Macintyre. (1996). The land use change and analysis system (LUCAS) for evaluating landscape management decisions. IEEE computational Science & Engineering 3:1 pp 24-35.
- FAO. (1996). Evaluación de los recursos Forestales 1990, países tropicales Estudios Forestales de FAO. Num. 112, 41 p.

## CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PILÓN.

M. C. Xanat Antonio Némiga y Dr. Eduardo J. Treviño Garza.  
 Facultad de Ciencias Forestales, UANL.  
 AP. 41 Linares, Nuevo León, México.  
 Emails: [xanynemiga@rocketmail.com](mailto:xanynemiga@rocketmail.com) y [etrevin@icf.uanl.mx](mailto:etrevin@icf.uanl.mx)

## RESUMEN

La subcuenca del río pilón es tributaria de la región hidrológica del río bravo. Conservarla se considera prioritario para ya que forma parte de la sierra madre oriental, provincia fisiográfica rica en endemismos y fenómenos evolutivos sobresalientes. Evaluar las transformaciones que la vegetación ha sufrido en esta zona es por tanto crucial. Por ello estimamos la superficie de matorrales y bosques de la subcuenca que han sido convertidas a zonas agrícolas y suelo descubierto en los últimos 30 años. Las imágenes de satélite Landsat 4 MSS de 1974 y del satélite Landsat ETM 7+ de 2000 se interpretaron por regiones considerando tanto las regiones fisiográficas como los tipos de vegetación esperada según los mapas digitales de vegetación de SPP de 1970 y del inventario Nacional Forestal 2000. De este modo se cartografiaron los grupos de vegetación (matorrales, bosques, zonas agrícolas y suelo descubierto). Las extensiones en estos grupos para ambas imágenes fueron calculadas y comparadas.

En términos generales, se encontró un marcado proceso de transformación de la vegetación natural en las partes bajas de la subcuenca, en la que los matorrales han cedido superficie a la frontera agrícola. En las partes altas ocurre un proceso similar, aunque no tan marcado, donde los matorrales más cercanos a los centros poblacionales han sido transformados, cediendo superficie a zonas agrícolas y suelo descubierto. Se concluye que los

cambios en el periodo han impactado negativamente a la vegetación original. Se recomienda entender los procesos subyacentes en la transformación de la vegetación, para diseñar estrategias para detenerla.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FISIONÓMICAS Y FLORÍSTICAS DE LOS ENCINARES DE LA SIERRA DE ÁLVAREZ

Felicidad García Sánchez  
Juan Rogelio Aguirre Rivera  
José Villanueva Díaz\*

Instituto de Investigación de Zonas Desérticas \*CENID-RASPA-INIFAP

### INTRODUCCIÓN

Los encinares, conformados por varias especies del género *Quercus*, son de amplia distribución geográfica y ecológica. México es considerado como centro de evolución de varios táxones, entre ellos el género *Quercus*, el que está representado por aproximadamente 135 a 150 especies (Rzedowski, 1991; Nixon, 1993), y de ellas, la madera de un buen número ha sido utilizada para elaborar carbón vegetal como combustible. En el estado de San Luis Potosí, los encinares se localizan en la sierra Madre Oriental, Serranías Meridionales, sierra Catorce, etc., sin embargo poco se sabe de sus aspectos ecológicos, fisionómicos, florísticos, distribución geográfica y fisiográfica y de usos.

**OBJETIVOS:** a) Conocer los aspectos físicos, fisionómicos y florísticos de los encinares de la sierra de Álvarez; b) Reconocer las peculiaridades florísticas de cada encinar estudiado y contrastar florísticamente las comunidades estudiadas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de literatura y se obtuvo material cartográfico a diferentes escalas y ejemplares de herbario, de los que se consideró la información contenida en las etiquetas. Se realizaron recorridos de campo preliminares, con el objetivo de tener un conocimiento

general de la vegetación, topografía, grado de alteración de las comunidades y uso del suelo, lo que permitió seleccionar las comunidades con base a su variación fisionómica y especies dominantes, ubicación física y vías de acceso y que tuvieran el menor grado de alteración aparente. Una vez seleccionadas las comunidades, se llevaron a cabo recorridos de campo sistemáticos, los que consistieron en hacer un muestreo y recolección de ejemplares botánicos de cada comunidad seleccionada. El muestreo consistió en marcar cuadros de 10 x 10 (100 m<sup>2</sup>), situados a cada 50 m de separación entre ellos, sobre un transecto imaginario, iniciando en la base del cerro hasta la cima del mismo, siguiendo así un gradiente altitudinal; dentro de cada cuadro se recolectaron todas las especies ahí presentes y aparentemente diferentes. Se recabó información de: localidad, municipio, fecha, fisiografía, altitud, exposición, pendiente, porcentaje aproximado de hojarasca y pedregosidad. Para cada especie se consideró su dominancia aparente (abundante, frecuente, escasa o rara), hábitat, tamaño, estado fenológico y color de la flor y fruto. Para comparar florísticamente las comunidades estudiadas se usó el índice de similitud de Sorensen (IS):  $2c / (a + b) \times 100$ , donde a= Número de especies de una comunidad, b= Número de especies de otra comunidad que se

compara y c= el total de especies de los dos inventarios; 2 es una constante (Muller-Dombois, D. Y Ellenberg, 1974). Acorde a este índice, un valor bajo resultante de la comparación entre dos comunidades, indica comunidades que difieren más en su flora, y pares de comunidades con valores altos, poseen mayor semejanza florística.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estudiaron nueve variantes de encinares, los que presentan diferencias en sus características físicas (ubicación fisiográfica, altitud, sustrato, microclima y colindancias con otros tipos de vegetación), fisionómicas y florísticas.

a) características físicas. Las comunidades estudiadas, se sitúan en ladera expuesta y en cañadas, con variación en altitud, exposición, pendiente, pedregosidad, hojarasca, sustrato y microclima.

Debido a que los rasgos fisiográficos influyen en las características microclimáticas, los encinares estudiados se clasificaron en dos grandes grupos: a) bosques subhúmedos, ubicados en laderas expuestas, se localizan al norte y parte centro y oeste del área de estudio y b) bosques húmedos, generalmente se sitúan en cañadas, donde existe mayor humedad, están ubicados en el extremo oriental y centro del área de estudio, existiendo entre ellos diferencias fisionómicas y florísticas.

La existencia de diferentes tipos de sustratos (igneo y sedimentario), puede ser indicador de la presencia de ciertos taxa (Rzedowski, 1955); así, en el encinar situado al norte del área de estudio, donde la comunidad está en contacto con rocas ígneas, se observaron *Quercus coccolobifolia* y en el encinar localizado en el extremo oriental del área de estudio, el cual

también está en contacto con rocas de tipo ígneo, existen *Q. grisea* (fisionómicamente dominante) y *Q. patasina* (raro); además, dichas especies no se observaron en los restantes encinares, donde el suelo es de origen sedimentario.

"Caracterización ecológica de los ecosistemas forestales del sureste de Zacatecas, Méx., en un marco de sustentabilidad"

<sup>1</sup>Martín Martínez Salvador, <sup>1</sup>Manuel Alarcón Bustamante, <sup>2</sup>Alfredo Ortega Rubio.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, C.E. La Campana-Madera, Av. Homero 3744, El vergel, Chih., Chih., 31100, Méx.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.  
Mar Bermejo No. Col. Palo de Santa Rita, La Paz, B.C.S. 8795, Méx.,  
e-mail: msalva@cibnor.mx

**Introducción:** Al hacer uso de los recursos naturales a menudo simplificamos y modificamos la estructura y función de los ecosistemas, afectando en consecuencia al sistema global (Miller, 1992). Actualmente, el esquema de uso de los recursos plantea mantener el equilibrio ecológico y restituir el deterioro ambiental (Pierce y Atkinson, 1993), donde el crecimiento económico debe ser suficiente para resolver el problema de pobreza y evitar la crisis ambiental, considerando la equidad entre las generaciones presentes, y los derechos de las generaciones futuras (INEGI-INE, 2000). En el sureste de Zacatecas, Méx., se realizan aprovechamientos comerciales de maguey (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) en ecosistemas semiáridos; no obstante, esta práctica no ha generado crecimiento económico y difícilmente garantiza el mantenimiento del capital natural. Se caracterizaron las comunidades forestales en las que habita la especie para integrar una bolsa de indicadores ecológicos que deberá complementarse con indicadores sociales y económicos a fin de realizar una evaluación de sustentabilidad que apoye al manejo sustentable de los ecosistemas forestales de la región.

**Objetivos.** Conocer la distribución y densidad del maguey, así como atributos ecológicos que caractericen a

las comunidades arbustivas en la región de estudio.

**Método.** El área de estudio comprende 5 municipios con una superficie aproximada de 384,570 ha. Se delimitó la región de distribución del maguey con apoyo de mapas temáticos Esc. 1:50000, fotografías aéreas y recorridos de campo, construyendo un mapa base que fue digitalizado en Arc View Ver 3.2 donde se elaboró una base de datos digital en la que se incluyeron datos de suelo y relieve Esc. 1:50000 (CETENAL, 1970); posteriormente se realizó un muestreo estratificado aleatorio en la región de distribución del maguey, la muestra fue de 154 sitios circulares de 254 m<sup>2</sup>; en ellos se midieron las siguientes variables: No. Especies, No. De Individuos/sp, Cobertura/sp, Altura/sp, Área basal/sp y dicha información fue anexada a la base de datos digital para su análisis.

**Resultados:** El maguey se distribuye en tres municipios del sureste de Zacatecas en aproximadamente 59,905 ha, 61.18% de las cuales se encuentran en suelos del tipo Litosol eutrítico, 20.34% en Xerosol haplico y 18.48% en otros tipos; por otra parte, el 72.55% de la superficie de distribución se encuentra en lomeríos y pie de monte, el 20.43% en cerros y montañas y el 7.02% en planicies. Sus poblaciones viven en cuatro regiones con diferente densidad, de tal manera que se tienen

1,141.93 hectáreas con un promedio de 3,125 magueyes por hectárea; 17,441.07 hectáreas con un promedio de 892.31; 34,088.36 hectáreas con un promedio de 725.16 y una superficie de 7,233.75 ha con un promedio de 652.5. El número de especies que conviven con el maguey es de 24 con un promedio de 5,950 individuos/ha, y el rango de cobertura del estrato arbustivo es entre 47.27 y 33.84%.

**Conclusiones.** En la región de estudio el agave vive en ecosistemas frágiles, con bajas densidades que no soportan aprovechamientos comerciales.

**Bibliografía.**

- Pearce, D.W. y Atkinson, G. 1993. Capital theory and the Measurement of Weak Sustainability. En: *Ecological Economics*, num. 8, pp. 103-108.
- Miller G.T. 1994. *Ecología y Medio Ambiente*. Grupo editorial Iberoamérica S.A. de C.V. 867 pp.
- INEGI-INE 2000. *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*. INEGI, Mex. 112 pp.
- CETENAL 1972. *Carta Edafológica*. CETENAL, México. D.F.

## Detección de cambio de la vegetación en la Sierra de Quila mediante análisis multitemporal de imágenes Landsat

Raymundo Villavicencio García<sup>1\*</sup>, Matthias Dees<sup>2</sup>, Barbara Koch<sup>2</sup>, Agustín Gallegos Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Forestal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Km 15.5 Carretera GDL-Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México, C.P. 45020. Email: raymundo.villavicencio@fels.uni-freiburg.de, greg9528@meiz.cuaba.udg.mx

<sup>2</sup> Departamento de Sensores Remotos y Sistemas de Información de Paisaje, Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente, Universidad de Freiburg, Tennenbacherstr. 4, D-79106 Freiburg, Alemania. Email: matthias.dees@fels.uni-freiburg.de, barbara.koch@fels.uni-freiburg.de. \*Autor para correspondencia

### 1. Introducción

Las imágenes de satélite Landsat TM han demostrado, no solo ser adecuadas en el mapeo de recursos forestales debido a sus características multispectrales (Jensen, 1996), sino que también, es posible diferenciar algunas propiedades dentro de comunidades vegetales o de especies, así como grados de alteración en éstas, ocurridas por cambios estacionales, catástrofes naturales o alteraciones de origen humano.

La detección de cambios tiene por objeto analizar la modificación de rasgos presentes en una determinada área entre dos o más fechas (Chuvieco, 2002). La Sierra de Quila, al igual que otras extensiones forestales del país, han experimentado diferentes grados de sucesión en tiempo y espacio ya bien sea por manejo o por algún tipo de perturbación, siendo posible su localización y evaluación con el uso de la teledetección.

### 2. Objetivo

Estimar la cuantía, distribución espacial y dinámica de cambio que presenta la cobertura forestal del área natural protegida, por el período de 1993 a 2000 mediante el uso de imágenes satelitales y métodos de detección de cambio.

### 3. Materiales y métodos

El área de estudio se sitúa en la Sierra de Quila dentro de la Zona de Protección de Flora y Fauna (ZPFF), ubicada en la parte central del Estado de Jalisco. La Sierra presenta seis tipos de asociaciones vegetales, predominando el bosque de pino-encino, el bosque de encino y la selva baja caducifolia; el resto de las comunidades, las ocupan fracciones de bosque espinoso, bosque de galería y mesófilo de montaña (Guerrero y López, 1997).

Para este trabajo se contó con una imagen Landsat 4 TM de marzo de 1993 y una

imagen Landsat 7 ETM de enero de 2000 (resolución de 28m). Una vez corregidas geométrica y radiométricamente, se llevaron a cabo tres diferentes procesos para evaluar la detección de cambio en la vegetación (Jensen, 1996; Strunz & Güls, 1999):

- 1) Comparación de imágenes clasificadas.
- 2) Diferencia de imágenes NDVI y
- 3) Componentes Principales (CP).

El primero de los métodos, se basa en la comparación de las cartas de vegetación, obtenidas de la clasificación supervisada de las imágenes con el método de máxima probabilidad y posterior reclasificación jerárquica con ayuda de un modelo de elevación de terreno e información de campo. De ambas clasificaciones se generó con herramientas propias de un sistema de información geográfica, una tabla de contingencia y su respectiva carta de cambio. El segundo método consiste en restar dos imágenes generadas a partir de índices de vegetación (NDVI) (NDVI-2000/NDVI-1993); posteriormente con el histograma de la imagen de cambio, se definieron los umbrales para obtener una imagen binaria y sus datos estadísticos. Por último, para el análisis de CP, se incorporó a cada imagen información adicional como, la imagen-NDVI de cada período y las tres bandas (brillo, verdor y humedad) generadas de una transformación Tasseled Cap. De cada composición se redujo la información contenida formando dos CP; mediante la resta de cada uno de éstos, se obtuvieron imágenes de diferencia, con las que finalmente se creó una imagen binaria de cambio (Figura 1).

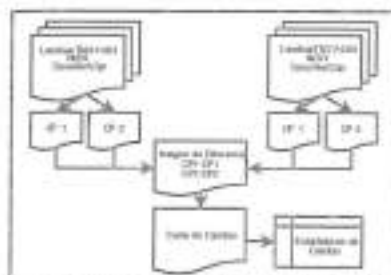


Figura 1. Esquema para la detección de cambio por análisis de CP según Strunz & Güls (1999).

### 4. Resultados

De la comparación de imágenes clasificadas, la tabla multitemporal de cambios presenta las transiciones ocurridas entre las dos fechas; resalta por lo tanto, que para la principal asociación vegetal del área de estudio (bosque de pino-encino), solo se registró un 18.4% de cambio negativo con respecto a su cobertura original (1993); su sucesión más significativa (7%) fue la conversión a un "bosque abierto". Un cambio positivo lo registró la clase "regeneración natural", al convertir su cobertura original (1993) en "bosque cerrado" (14%) y en "bosques abiertos" (40%) de pino-encino para el año 2000.

La diferencia de imágenes NDVI restringe obtener la información del cambio, por lo que solo es calculado el decremento o incremento de la vegetación (Tabla 1 y Figura 2). El porcentaje anual de pérdida e incremento, se basa en la diferencia de adquisición de las imágenes (7 años) y solo por la superficie considerada como cobertura forestal dentro de la ZPFF.

Tabla 1. Superficie y porcentaje anual de pérdida e incremento de la vegetación.

	Área	% anual
Decremento	79	0.5
Incremento	423	0.9
Total	1153	

Los valores de cambio por CP, se presentan solo del lado negativo (decremento) y sin la posibilidad de identificar su transición. De la carta binaria de cambio, se estimó una superficie de 378 ha (2.8% del área total), bajo tal condición.

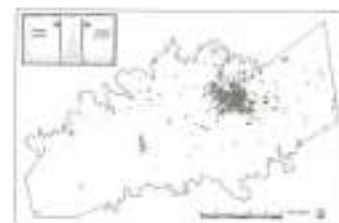


Figura 2. Carta binaria de cambio en la vegetación de la ZPFF, basada en la definición de umbrales (histograma) de la imagen de diferencia NDVI. En negro se presentan las áreas de decremento y en gris las áreas de incremento.

### 5. Conclusiones

La comparación de imágenes clasificadas resulta ser una de las mejores opciones para identificar cambios en la cobertura del suelo. Sin embargo, la confiabilidad de estimar dichos cambios, dependerá de la precisión de las clasificaciones individuales (Chuvieco, 2002).

La imagen de diferencia NDVI no registra cambios en la cobertura forestal, si una transición es dada por otro tipo de cobertura vegetal con valores de reflectividad similares, lo cual podría influir a cometer errores de omisión.

### 6. Bibliografía

- Chuvieco, E. (2002). Teledetección ambiental. Editorial Ariel, Barcelona, España 580 p.
- Guerrero, N. J. J. y López, C. G. (1997). La vegetación y la flora de la Sierra de Quila. JAL. Universidad de Guadalajara, México 81 p.
- Jensen, J. R. (1996). Introductory digital image processing. A remote sensing perspective. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ 316 p.
- Strunz, G. & Güls, L. (1999). Einsatz von Fernerkundungsmethoden für das Monitoring im Naturschutz. In: BLASCHKE, T. (Hrsg.). Umweltmonitoring und umweltschützende GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung. Wichmann Verlag, Heidelberg, S. 89-91.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE BOSQUES MIXTOS EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA "CERRO EL POTOSÍ", MÉXICO

M.C. Dora Alicia García García, correo electrónico [dora1012776@yahoo.com.mx](mailto:dora1012776@yahoo.com.mx); Dr. Javier Jiménez Pérez; [jjimenez@fot.uanl.mx](mailto:jjimenez@fot.uanl.mx); Dr. Oscar Alberto Aguirre Calderón, [osaguirre@fot.uanl.mx](mailto:osaguirre@fot.uanl.mx); Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales

### INTRODUCCIÓN

Los bosques multicohortales de *Pinus-Quercus* se distribuyen ampliamente a lo largo de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental en el norte de México, siendo éste uno de los tipos de vegetación forestal económicamente más importante de México. Logran ocupar una extensión de 27.5 millones de hectáreas en las zonas de clima templado frío y templado seco, correspondiendo a un 70% de la superficie del aprovechamiento forestal (Jiménez y Kramer 1992).

### OBJETIVO

Caracterización de la distribución espacial en bosques mixtos de pino-encino en la Sierra Madre Oriental con la finalidad de conocer la dispersión de las especies arbóreas. Comparación entre la población y el muestreo de los 4 árboles. Estimación del índice de estructura horizontal: índice de diferenciación dimensional y el índice de mezcla de especies. Estimación de los parámetros abundancia, dominancia y frecuencia de las especies arbóreas. Determinación de la distribución espacial en especies de tipo arbóreo mediante índices de dispersión: Índice de Dispersión (ID), Índice de Agrupamiento (IC), Índice de Green (IG), Índice de Agregación de Clark & Evans (R).

### METODOLOGÍA

El estudio se realizó en una fracción del estado de Nuevo León denominado Cerro El Potosí, a los 2600 msnm, (1.24 hectáreas), considerando los ecosistemas forestales representativos de la región. Se llevó a cabo una medición total de las especies arbóreas, determinándose para cada individuo: especie, diámetro, altura, distancia, azimut. Las mediciones se realizaron en forma de una red de puntos de tal manera que se estableció un banco de nivel, y de ahí partían las mediciones en el rodal, con el fin de cubrir toda el área de estudio, así mismo los árboles fueron marcados para estudios posteriores.

Para la estimación de los parámetros estructurales se utilizó el muestreo denominado grupo estructural de los cuatro árboles (Földner 1995). Partiendo de un punto inicial al azar se

colocaron los sitios de muestreo en una red de puntos, teniendo una distancia de 20 metros entre sitios. El árbol más próximo a los puntos de intersección de la red se le denomina árbol-muestra o árbol-cero y partiendo de éste, se determina la distancia de los tres árboles más cercanos. El resultado del muestreo permitió conocer el número de individuos para cada especie por hectárea (n/ha), área basal por hectárea (g/ha), área basal por especie (g) y número de individuos por hectárea (n).

Índice de mezcla de especies (DM). Toma valores de 0 a 1, presentando solamente cuatro categorías, donde cero corresponde cuando los árboles vecinos son de la misma especie, 0.33 corresponde cuando un individuo pertenece a otra especie, 0.57 es cuando dos de los tres individuos pertenecen a otras especies. Se obtiene a través de la siguiente fórmula:  
Índices de distribución espacial. En el desarrollo del procedimiento analítico se establecieron indicadores (índice de dispersión, agrupamiento, de Green y el de Clark & Evans) como metodologías propuestas por Ludwig y Reynolds (1988).

$$DM = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 p_i$$

Índice de dispersión (ID) Se basa en la simple comparación de la varianza y la media. Si el valor de los parámetros estadísticos es similar, se refiere a una distribución aleatoria. Si el valor corresponde a  $\bar{c} \pm \sigma^2$  la distribución es uniforme; uno es aleatoria y agrupada cuando el valor es mayor que uno. Se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$ID = \frac{S^2}{\bar{x}}$$

Índice de Agrupamiento (IC). David y Moore (1954) propusieron una modificación al índice de dispersión, y lo denominaron índice de agrupamiento ("Index of clumping"). Se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{S^2}{\bar{x}} - 1 \quad IC = ID - 1$$

El IC es igual a 0 (cero) cuando presentan una distribución aleatoria, 1 (uno) cuando se

encuentran distribuidos de manera uniforme y  $n-1$  cuando presentan el máximo agrupamiento. Índice de Green (IG). Es usado para comparar el muestreo con la población. Los promedios de la muestra y el número de sitios de muestreo, sus valores oscilan entre -1 (uniforme), 0 (aleatorio) y 1 (máximo agrupamiento) (Green, 1955). La fórmula es:

$$IG = \frac{(s^2/x) - 1}{n-1}$$

Índice de agregación de Clark & Evans (R). Describe el grado de regularidad en la distribución de los individuos en el espacio. Su valor se obtiene como el cociente entre la distancia media observada entre cada árbol y su vecino más cercano y la distancia teórica. Sus valores oscilan entre uno (aleatorio), cero (agrupados) y mayores a uno >1 (homogeneidad de la distribución) (Gadow y Hu, 1998).

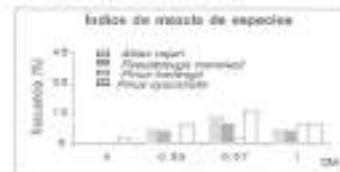
$$R = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N d_{ij}^2}}$$

donde:  $d_i$  = la distancia desde el árbol  $i$  hasta su vecino más cercano ( $m$ );  $N$  = número de árboles por hectárea  
 $n$  = número de árboles en el sitio

### RESULTADOS

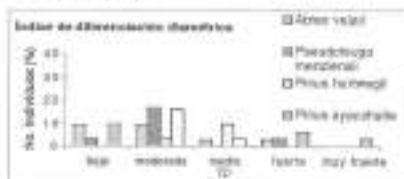
Mediante la aplicación del muestreo de los cuatro árboles al compararlo con la población, el muestreo representó a la población al evaluar en los sitios de muestreo, la abundancia, dominancia y frecuencia de las especies. En cuanto a la abundancia (N/ha) las especies del género *Pinus* obtuvieron el mismo valor porcentual tanto el muestreo como la población mientras que para *Abies vejarii* el muestreo subestimó la población, *Pseudotsuga menziesii* el muestreo sobre estimó la población. Para la dominancia (g/ha): las especies de *Abies vejarii* y *Pinus hartwegii* el muestreo sobre estimó a la población.

La base de definición del índice de mezcla de especies, es la relación que guardan los tres individuos vecinos con respecto a la similitud específica con el árbol-objeto, dentro de la metodología del muestreo estructural de los cuatro árboles (Földner 1995).



Índice de diferenciación diamétrica: se presentan 5 grupos de diferenciación a nivel de especies, donde el 45% de los árboles muestra se ubican en el rango moderado y un 22% en el rango bajo, sumando un 67% de la población de árboles-muestra y debido a que solo tres especies muestran esta diferenciación, es posible inferir que se trata de un ecosistema regular debido a que más del 50% de los individuos presentan dimensiones diamétricas semejantes.

Distribución espacial. De acuerdo a los valores establecidos por los diferentes índices: dispersión, agrupamiento, el índice de Clark & Evans y Green



obtenemos que en su totalidad las especies se distribuyen de manera aleatoria.

Especie	Dispersión	Agrupamiento	Green	Clark & Evans
Abies vejarii	1	0	0	0.000
Pseudotsuga menziesii	0.000	0.000	0.000	0.000
Pinus hartwegii	0.000	0.000	0.000	0.000
Pseudotsuga menziesii	0.000	0.000	0.00	0.000

### CONCLUSIONES

Al comparar la población con el muestreo de los cuatro árboles con respecto a la abundancia (N/ha), las especies del género *Pinus* obtuvieron el mismo valor porcentual tanto en el muestreo como la población mientras que *Abies vejarii* el muestreo subestimó la población. Para la dominancia (g/ha) en las especies de *Abies vejarii* y *Pinus hartwegii* el muestreo sobreestimó a la población. La especie más frecuente, debido a su mayor abundancia fue *Pinus ayacahuite*. Así mismo en este muestreo se puede conocer el tipo de bosque de acuerdo a las dimensiones de los individuos a través del índice de diferenciación diamétrica el cual indica acerca de la regularidad de los bosques. Existe un bosque regular, debido a que el mayor porcentaje de los valores (67%) se encuentran en el rango de bajo y moderado, es decir, las dimensiones del área basal entre los individuos fueron muy similares. Al evaluar los índices de

distribución espacial ocurre que las especies del Área Natural Protegida Cerro El Potosí presentan una distribución de tipo aleatoria a través de los cuatro índices evaluados.

#### BIBLIOGRAFÍA

- David, P., Moore, P. 1954: Notes on contagious distributions in plant populations. *Annals of Botany* 18: 47-53.
- Fuldner, K. 1995: Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwäldern. Dissertation, Forstliche Fakultät, Göttingen, Cuvillier Verlag, Göttingen, 146 p.
- Gadow, K., Hul, G. 1998: Modeling Forest Development. Faculty of Science and Woodland Ecology, Göttingen, Germany, 242 p.
- Green, R. 1965: Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Researches Population Ecology* 8: 1-7.
- Jiménez, J., Kramer, H. 1992: Dinámica del crecimiento de especies arbóreas en un sotobosque mixto-moetáneo mediante la metodología de análisis espacial. Reporte Científico No. 31. Facultad de Ciencias Forestales, Linares, N. L., 36 p.
- Ludwig, J., Reynolds, J. 1988: *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. John Wiley, New York, 337 p.

## DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MICROMICETOS ASOCIADOS A LA HOJARASCA DE *Pinus pseudostrabus* Lindl.

Biól. Thania Gabriela López García, hikuri1@hotmail.com

Dr. José Guadalupe Marmolejo Moncivais

Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.

### Introducción

Los hongos descomponedores desempeñan una importante función dentro del sistema, siendo organismos heterótrofos, tienen la tarea de reciclar la materia orgánica, constituida por el carbono orgánico y nitrógeno que se encuentra en forma de humus; sintetizan enzimas que ayudan a la degradación de compuestos, facilitando así la reincorporación de los nutrientes al suelo, indispensable para la productividad forestal.

El Parque Ecológico Chipinque es un área recreativa ubicada en San Pedro Garza García y Monterrey, Nuevo León, a su vez está dentro del Parque Nacional Cumbres y la vegetación que predomina es el matorral submontano y el bosque de pino-encino.

### Objetivo

Determinar y comparar la diversidad y distribución de los micromicetos asociados a la hojarasca de *P. pseudostrabus* Lindl. a lo largo de transectos altitudinales.

### Materiales y Métodos

Se determinaron cinco sitios de muestreo en base a diferencias altitudinales (900 a 1,300 msnm). En cada localidad se colectaron 20 acículas colgantes, es decir aquellas que se encontraban suspendidas en la vegetación y que no estaban en

contacto con el suelo y 20 acículas que se encontraban en el suelo. Cada colecta se depositó en bolsas de papel estraza debidamente etiquetadas, registrando en ellas los datos del sitio.

Los acículas tienen 5 hojas, dos de éstas se hicieron pasar por un tratamiento con hipoclorito de sodio durante tres minutos y posteriormente se lavaron con agua estéril, para luego ser colocadas en cámaras húmedas; de la misma acícula se tomaron otras dos hojas y se colocaron en cámaras húmedas sin tratamiento alguno. Se incubaron durante 1 mes bajo condiciones de laboratorio.

Posteriormente se procedió a observar y determinar las especies de micromicetos que se desarrollaron en las hojas y finalmente a éstos resultados se les aplicó índices de diversidad y se les analizó estadísticamente con el programa CANOCO.

### Resultados

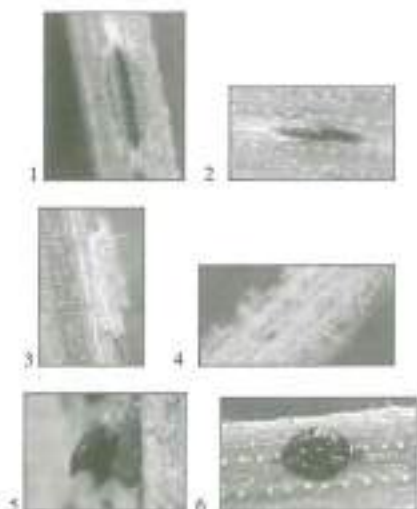
Se identificaron 35 géneros de micromicetos de diferentes grupos taxonómicos: *Deuteromicetes* (70%), *Ascomicetes* (20%) y *Basidiomicetes* (6%).

Dentro de las especies más comunes se encontró a:

- Lophodermium australe* Dearness (1)
- Leptostroma durissimum* Cokke (2) (estado imperfecto de *L. australe*)
- Cyclaneusma minus* Butin (3)



*Ciclodendron* sp (4)  
*Mytilinidion mytilinellum* Duby (5)  
*Codinaea* sp.  
*Cladosporium* spp.  
*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler  
*Discosia strobilina* Lib. (6)



#### Discusiones

Marmolejo (2002) en su trabajo sobre hongos descomponedores de la hojarasca de pinos, identificó 30 especies de micromicetos en *Pinus cembroides*, *P. arizonica* y *P. pseudostrabus* en *Iturbide* y *Galeana*, N.L. Para *P. pseudostrabus* identificó 14 especies de las cuales 9 coinciden con las identificadas en el presente trabajo, entre ellas *Leptostroma durissimum* y *Lophodermium australe*.

#### Conclusiones

Se registraron 26 nuevas especies de micromicetos descomponedores de hojarasca de pino para Nuevo León. Se encontró mayor abundancia de hongos en las muestras de suelo sin

tratamiento y así mismo se presentaron menos en las muestras colgantes sin tratamiento.

Según los resultados arrojados por el programa CANOCO se logró determinar que las variables "suelo", "colgantes" y "altitud" tiene una alta influencia sobre la distribución de las especies.

#### Literatura citada

Alexander M. 1980. Introducción a la Microbiología del suelo AGT Editor, S. A. p.p. 11-84

Hayes, A. J. 1963. Biology of forest soils: mycology of Scots Pine litter. Extr. From Rep. For. Res. Comm., Lond. 1963, 1965 (102-10). 3 refs.

Marmolejo, J. 2001. Some interesting fungi found on pine litter of three pine species from Nuevo León, México. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Inédita

Minter, D. W. 1984. Some members of the Rhytismataceae on Conifer Needles From Central and North America. A review. Recent Research on Conifer Needle Diseases. Conference Proceedings Gulfport, Mississippi, October 14-18, 1984. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C. p. 71-106.

## EFFECTO DE BORDE EN BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA EN LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLAN, MEXICO.

Ana Luisa Santiago Pérez, Enrique J. Jardel Peláez,  
 Ramón Cuevas Guzmán y F. Marín Huerta Martínez

**INTRODUCCIÓN.** Los bosques mesófilos de montaña (BMM) se consideran de alto valor para la conservación por su riqueza de especies, mezcla de elementos florísticos holárticos y neotropicales, presencia de endemismos y especies de géneros característicos de los bosques húmedos paratropicales del Terciario (1). Estos bosques juegan también una importante función en la protección de cuencas hidrográficas, la generación de servicios ambientales y la producción de recursos forestales. No obstante, los BMM se encuentran entre los tipos de vegetación más amenazados por la deforestación y por procesos de deterioro.

La fragmentación del BMM a consecuencia de la transformación humana del paisaje, provoca que algunos remanentes del bosque original, de tamaños y formas variables, queden inmersos en una matriz de hábitat transformados, dando lugar a un mosaico del paisaje conformados de parches de bosques en distintas etapas de sucesión, matorrales, pastizales y cultivos. En tales paisajes se encuentran diferentes tipos de formas, tamaños y bordes de los rodales remanentes de BMM. Estas condiciones influyen en la estructura y composición de la vegetación en ambos lados de los bordes (bosque y matriz adyacente) (2). Como resultado de las condiciones físicas y bióticas, la estructura y composición de la vegetación en el borde es diferente comparada con el interior del bosque.

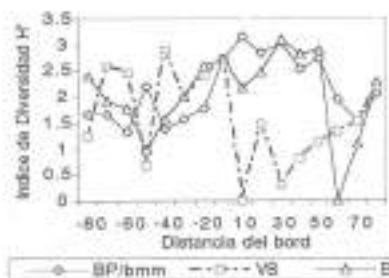
Esto tiene importantes implicaciones para la conservación del BMM. El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), donde la conservación y restauración del BMM es una prioridad de manejo.

**OBJETIVOS.** Determinar variaciones en la estructura y composición florística de la vegetación de borde de BMM en relación a las condiciones e historia de manejo de la vegetación adyacente.

**MÉTODOS.** El estudio se lleva a cabo en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ) que es un área protegida de 1245 ha, ubicada a 22 km al sur de Autlán, Jalisco, entre los 1850 y 2000 msnm. Se seleccionaron tres rodales de BMM sobre la base de la presencia de fragmentos de bosque maduro rodeados por diferente tipo de vegetación. En cada rodal se estableció un transecto de 160 x 10 m que cubre el gradiente de interior de bosque (- 80 m) a través del borde (0 m) hacia el exterior (i.e. vegetación adyacente +80 m), perpendicular al borde del bosque. Se tomaron datos de composición de especies y abundancia y área basal de tallos leñosos con DN > 2.5 cm. Se comparó la riqueza de especies, abundancia, área basal y valor de importancia por especie e índices de diversidad y equitabilidad.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Se registraron un total de 63 especies de plantas leñosas en los tres bordes estudiados que comprende un área de

muestreo de 0.48 ha. Los bordes de los rodales de BMM estudiados son diferentes tanto en estructura como en composición florística y están rodeados por diferente tipo de vegetación: a) bosque de pino con sotobosque de BMM, b) matorral secundario con *Zea diploperennis* y c) bosque de pino.



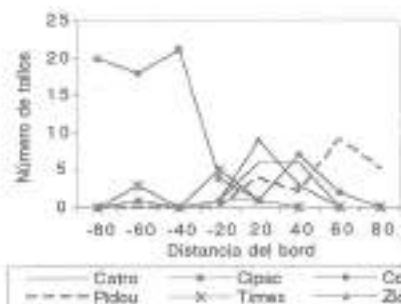
El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) mostró una marcada caída en la riqueza y abundancia de las especies para el caso del borde de bosque con matorral secundario, mientras que en los otros dos bordes la transición en la composición de especies fue gradual.

Especies características de BMM como *Carpinus tropicalis*, *Cornus discolora*, *Styrax ramirezii*, *Tilia mexicana* y *Zinowiewia concinna*, se distinguen como especies colonizadoras de borde al tener un avance sucesional gradual hacia el bosque de pino bajo ciertas condiciones de sitio como geoformas cóncavas, laderas protegidas con exposición preferente al norte y baja perturbación antropogénica, mientras que el borde abrupto entre la vegetación secundaria y el BMM maduro restringe la dispersión de las mismas especies.

<sup>1</sup> Depto. Producción Forestal del CUCBA, Universidad de Guadalajara epa19564@cucba.udg.mx

<sup>2</sup> Depto. Ecología y Recursos Naturales -IMECIBIO del CUCBAUR, Universidad de Guadalajara

<sup>3</sup> Depto. de Ecología del CUCBA, Universidad de Guadalajara



Las diferencias entre el historial de manejo de la vegetación adyacente a BMM, los tipos, frecuencias e intensidades de perturbaciones antrópicas es clave para la conservación integral del paisaje y de las diferentes condiciones en las que se desarrolla el BMM en el área de estudio.

#### BIBLIOGRAFÍA.

- Santiago P., A.L. y E.J. Jardel P. 1993. Composición y estructura de especies del bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. *Biotam* 5(2): 13-26.
- Williams-Linera, G. 1993. Vegetación de bordes de un bosque nublado en el Parque Ecológico Clavijero, Xalapa, Veracruz, México. *Rev.Biol. Trop.* 41 (3): 443-453.

#### El crecimiento de los ahuehuetes (*Taxodium mucronatum* Ten.) de Chapultepec en los últimos cuatro siglos

José Villanueva Díaz. CENID-RASPA-INIFAP, Correo: jvilladi@raspa.inifap.conacyt.mx

Dave W. Stahl, Matthew D. Therrell, Malcom K. Cleveland. University of Arkansas.

Correo: dstahle@uark.edu

Francisco Camacho Morfín. COMEF-INIFAP, México, D.F.

Patricia Nuñez Díaz de la Fuente. Bosque de Chapultepec, México, D.F.

Sergio Gómez Chávez. Zona Arqueológica de Teotihuacan, San Juan Teotihuacan, Edo. De México

Jorge Sánchez Sesma. IMTA, Jiutepec, Morelos

Armando Ramírez García. Ex - investigador INIFAP en San Luis Potosí

#### Introducción

Uno de los sitios más importantes para México, desde el punto de vista histórico es Chapultepec. Los ahuehuetes de este sitio, tienen un largo historial, que se remonta a la época prehispánica y continúa hasta la actualidad, lapso en el cual, el crecimiento de esta especie ha sufrido el impacto de acciones antropogénicas, las que se han exacerbado en particular en los últimos siglos. Especímenes históricos como el "Sargento" y otros de gran tamaño han muerto en las últimas décadas, quizás debido a la contaminación y abatimiento de mantos acuíferos. No obstante lo anterior, algunos de los especímenes añejos aun existentes, registran en sus crecimientos la influencia del clima, así como de las actividades humanas, información valiosa para su conservación.

#### Objetivos

Analizar la influencia antropogénica en el comportamiento histórico y actual de los crecimientos de ahuehuate en el bosque de Chapultepec.  
Comparar eventos climáticos extremos con los índices dendrocronológicos y analizar sus repercusiones sociales.

#### Materiales

El Bosque de Chapultepec se ubica al oeste-suroeste de la ciudad de México. Posee un clima templado con lluvias de verano, con una precipitación media anual de 672 mm y temperatura de 14.7 °C. El sitio ocupa una superficie de 643 ha divididas en tres secciones, la primera, cuenta con un sinnúmero de especies, entre ellas ahuehuetes, algunos de los cuales fueron plantados por los reyes Aztecas.

#### Métodos

El muestreo de ahuehuetes se realizó en la primera sección del bosque. En esta área, se seleccionaron 57 árboles de esta especie, de cada uno y a la altura del pecho, se obtuvieron dos virutas con taladros Pressler. Las muestras se procesaron con técnicas dendrocronológicas estándar y sus crecimientos anuales (anillos) fechados al año de su formación. Con el sistema VELMEX, se midió el ancho de cada anillo fechado. Con el número de años contenido en las virutas, se obtuvo una relación entre tamaño de la sección y número de años para estimación de edad. El programa ARSTAN se utilizó para remover tendencia por edad y la transformación de las series de anchos de anillos en series estacionarias.

adimensionales. La cronología estandarizada se comparó con datos climáticos de la estación Tacubaya y se usó en subsecuentes análisis con el fin de extraer una posible señal climática. El ancho de anillos del conjunto de las series involucradas se graficó en el tiempo. Alternativamente, la cronología estandarizada, se le ajustó una curva suavizada para determinar tendencias en crecimiento a nivel década; las cuales se verificaron con datos históricos documentados relacionados con sequías, inundaciones, brotes epidémicos y cambios en el uso del suelo.

#### Resultados

En este sitio, debido a la presencia de anillos falsos y perdidos, fue difícil asignar fechas exactas de formación a los crecimientos anuales de ahuehuete. No obstante que se colectaron virutas con más de 400 años en árboles que se estima superan los 800 años, solo fue factible establecer una cronología exacta para los últimos 108 años (1891 - 1998). Antes de este período, la presencia de microanillos previno el desarrollo de una cronología de mayor extensión.

Al comparar la serie climática de Tacubaya con los índices estandarizados, se determinó que la precipitación acumulada del período abril - agosto, fue la más asociada a crecimiento. No se produjo, sin embargo, una reconstrucción climática para el período en el que se extiende la cronología (1891 - 1998), ya que la correlación con los datos acumulados de precipitación no fue significativa ( $p > 0.05$ ).

Por lo que respecta a la cronología total, que se extiende por 443 años (1556 - 1998), el impacto del clima (períodos

húmedos y secos), se observa con mayor claridad en la curva suavizada en décadas.

La respuesta en crecimiento de los ahuehuetes de Chapultepec al clima prevaleciente en el siglo XX, no es tan representativo de las condiciones que imperaron durante dicho período. Lo anterior es debido a efectos de disturbio (contaminación, abatimiento de mantos freáticos y apisonamiento del suelo por paseantes).

#### Discusiones y conclusiones

No obstante el efecto de disturbio infringido a los árboles de este sitio y magnificados en el siglo XX, fue factible establecer una cronología para los últimos 108 años; sin embargo, el crecimiento observado en este período, no concuerda con la variabilidad en precipitación.

Eventos de baja frecuencia del período 1556 - 1890, indican buena concordancia con datos históricos documentados sobre anomalías climáticas extremas (sequías e inundaciones) que tuvieron efectos sociales en la población mexicana.

Estos resultados sugieren la factibilidad de utilizar los crecimientos anuales de esta especie como "proxis" de información climática; sin embargo, es importante, extender la red de cronologías de esta y otras especies sensitivas en la región, para captar la mayor variabilidad climática posible.

Los ahuehuetes centenarios de Chapultepec sufren el impacto de nuestras acciones, la conservación de este patrimonio nacional reclama la participación coordinada de autoridades locales y federales, así como de los propios ciudadanos.

## Especies arbóreas tropicales de potencial apícola en un área de la Costa de Jalisco

Maria Leonor Román Miranda

**Introducción.** Varias especies de árboles son fuente de alimento para el hombre, el ganado y la fauna silvestre, tienen además uso forestal, industrial y medicinal, también son un importante recurso para la obtención de néctar y polen por parte de las abejas para la producción de miel (Niembro, 1986; De la Mora, 1988). En México la apicultura se practica por cerca de 40,000 campesinos, con una producción cercana a 50 mil ton de miel al año, ocupa el 5º lugar a nivel mundial y el 3º como exportador (Villegas *et al.* 2000, Munguía, 1998). Jalisco ocupa el 4º lugar a nivel nacional, por estar situado en una de las regiones florísticas para el desarrollo de la apicultura, generando importantes divisas para el estado. Sin embargo, la costa es la región con menos colmenas.

Por lo que el objetivo de este estudio es conocer las especies arbóreas nectápoliniíferas en una región de la Costa de Jalisco, época de floración y su utilidad apícola, con el fin de fomentar esta actividad en dicha zona.

**Metodología.** El estudio se realizó en el municipio de Tomatlán, Jalisco, en la microcuenca "La Quebrada". Ubicada en 105° 05' Longitud W y 19° 55' Latitud N. Con una altitud de 100 a 700 m. De acuerdo a la clasificación de Köppen con las modificaciones de García (1988), el clima es un cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw(w), con una precipitación pluvial de 1000 a 1500 mm al año y temperatura media anual de 24 a 26°C.

La vegetación que predomina es selva mediana subcaducifolia con una gran variedad de arbóreas entre ellas

*Brosimum alicastrum* y *Hura polyandra* que destacan por su abundancia.

El trabajo se inició con una revisión bibliográfica de especies de importancia apícola, además de consultar la base de datos del inventario forestal del 2000 (Gallegos *et al.* 2000). Se complementó para su identificación con ejemplares del herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, se realizaron colectas de especies del sitio en estudio. Así mismo de acuerdo a la literatura consultada se agruparon en especies nectaríferas, poliníferas y necta-poliníferas, se mencionan principales características apícolas, nombre científico y época de floración.

**Resultados:** Dentro de las especies arbóreas de mayor importancia en el área de estudio, se encuentran las leguminosas, por predominar el tipo de vegetación de selva mediana. Otras, por su abundancia, pueden ser buenas productoras de néctar y polen o porque florecen en época de escasez, constituyendo una fuente valiosa para la apicultura, dentro de las especies identificadas se encontraron 24 árboles de potencial apícola, correspondiendo el mayor número de ellos a la familia *Leguminosae* con 9 especies; 3 a la *Bignoniaceae* 2 para *Flacourtiaceae*, *Bombacaceae* y *Anacardiaceae*, y 1 especie para *Palmae*, *Moraceae*, *Verbenaceae*, *Convolvulaceae*, *Boraginaceae* y *Cochlospermaceae*.

En el cuadro 1, se presentan las principales especies con su nombre científico, su utilidad apícola así como algunas observaciones de interés.

Cuadro 1. Principales especies nativas arbóreas útiles para la apicultura		
N. Científico	Utilidad	Observaciones
<i>Acacia mexicana</i>	NP	Muy visitada por las abejas
<i>Broussonetia</i>	P	Produce abundante polen
<i>Cassia agida</i>	NP	Arbusto abundante, son especies de gran valor para el apicultor
<i>Croton zizucifolia</i>	NP	Miel de excelente calidad
<i>Cordia alliodora</i>	N	Flora abundante, muy importante
<i>Cymbopetalum</i>	N	Miel procedente de color ámbar
<i>Agave lucida</i>	NP	Especie muy valiosa para las abejas
<i>Pithecellobium dulce</i>	NP	Produce miel de buena calidad
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	NP	Excelente especie para la apicultura comercial
<i>Prosopis juliflora</i>	N	Miel de excelente calidad
<i>Spondias purpurea</i>	N	Especie muy visitada por las abejas
N=nectarífera, P=polinifera y NP=necta-polinifera		

En la figura 1, se muestra que el mayor número de especies tienen su floración en el periodo de primavera-verano y la minoría florece en invierno-primavera. Así mismo algunas especies florecen en dos o más épocas, lo que explica en la gráfica aparentemente mayor número de especies.



Fig. 1. Época de floración de las especies arbóreas.

Donde:

p-v = primavera-verano; v-o primavera-otoño

o-i= otoño-invierno; i-p =invierno-primavera

Conclusiones: Se muestra el potencial de especies nativas de interés apícola, correspondiendo el mayor número al grupo de necta-poliníferas. Así mismo existe una mayor floración de especies durante el periodo de primavera-verano.

Literatura citada:

De la Mora, G.C. 1986. La Flora de Utilidad Apícola en Jalisco. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara.

García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 4ta. Edición. México. 318p.

Munguía, M.A. 1998. Apicultura mexicana, mercado mundial de miel y problemática ambiental. VI. Congreso Ibero-Latinoamericano de Apicultura pp 1-8.

Niembro, A. 1986. Árboles y Arbustos útiles de México. Edit. Limusa. México, D.F. pp 3-97.

Villegas, G; Bolaños, A; Miranda, J.A; García, J y Galván, M. 2001. Flora nectarífera y polinifera del estado de Chiapas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D. F. Versión digital.

## ESTIMACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE HOJARASCA EN TRES ESPECIES DE PINOS EN NUEVO LEÓN, MÉXICO

José G. Marmolejo y Fortunato Garza Ocañas  
Laboratorio de Micología y Fitopatología Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, UANL

Apertado Postal 41 67700 Linares, N.L., México  
[jmarmole@fci.uanl.mx](mailto:jmarmole@fci.uanl.mx)

### Introducción

La hojarasca juega un papel prominente en los ecosistemas forestales por proveer energía, carbón, nitrógeno y nutrientes. Estando la productividad del bosque directamente relacionada al grado de degradación de la materia orgánica (Touain, 1987). Por estos motivos, numerosos autores han hecho investigaciones sobre el papel de los hongos y los grados de descomposición de diversos árboles, entre ellos: Hering (1967) estudió la descomposición de la hojarasca por hongos en encinos; Rihani *et al.* (1995) estudiaron la descomposición de la hojarasca por hongos y mesofauna en *Fagus sylvatica*; Sankaran (1993), estudió la descomposición de la hojarasca de varios árboles tropicales.

En México, fuera de los trabajos de Heredia (1987 y 1994) sobre hongos asociados a tres especies de árboles en un bosque mesófilo de montaña y el trabajo de Vidal-Gaona *et al.* (1997) sobre hongos asociados a la hojarasca de *Quercus crassifolia*, no hay antecedentes sobre hongos relacionados a la hojarasca de pinos, por lo que este trabajo representa la primera contribución directa dentro de esta línea de investigación.

### Objetivos

El objetivo de este estudio evaluar el grado de degradación de hojarasca para

los tres tipos de bosque de pino estudiados.

### Materiales y métodos

Para realizar este estudio se establecieron 3 sitios de muestreo en las localidades que se describen a continuación:

Bosque Escuela, Irbide Nuevo León con vegetación de Bosque de *Pinus pseudostrobus* Lindl. con una altitud sobre el nivel del mar: 1630 m. Localización geográfica: 24°42'51" N 099°51'67" W

Pabillo, Galeana, Nuevo León, Bosque de *Pinus arizonica* var. *Stromiae* Mart. con una altitud sobre el nivel del mar de 2000 m. Localización geográfica: 24°36'51" N 100°00'16" W

Pabillo, Galeana, Nuevo León, Bosque de *Pinus cambroides* Zucc. Con una altitud sobre el nivel del mar de 2000 m. Localización geográfica: 24°37'11" N 100°00'38" W

En cada uno de los tres sitios seleccionados se recolectaron hojas recién caídas de cada especie de pino considerada. La hojarasca fue llevada al laboratorio donde fue secada a temperatura ambiente por un mes. Se confeccionaron bolsas de nylon de 20 x 20 cm de lado y se les adicionó a cada una 20 gramos de hojarasca. Se hicieron 65 bolsas para cada especie de pino. Las bolsas fueron colocadas en

una distribución al azar dentro de cada sitio seleccionado en septiembre de 1999. Se conservaron 5 bolsas como testigos en el laboratorio y se secaron a 60° C por una semana y pesadas nuevamente. Cada dos meses se recolectaron al azar 5 bolsas en cada sitio y se llevaron al laboratorio donde se pesaron y secaron a 60° C por una semana y posteriormente se pesaron nuevamente y se compararon con los testigos.

#### Resultados

En el sitio de *Pinus pseudostrabus* se recuperaron 50 bolsas de las 60 que se colocaron en el bosque. La pérdida de peso promedio registrada fue del 19.89% al final del estudio, lo que da un porcentaje anual de 10.38%.

En el sitio de *Pinus arizonica* se recuperaron 48 de las 60 que se colocaron en el bosque. La pérdida de peso promedio registrada fue del 14.75% al final del trabajo lo que da un porcentaje anual de 8.65%.

En el sitio de *Pinus cembroides* se recuperaron 53 bolsas de las 60 que se colocaron en el bosque. La pérdida de peso promedio registrada fue del 16.72% al final del trabajo lo que da un porcentaje anual de 8.75%.

#### Agradecimientos

Se agradece al CONACYT (convenio: 28109B) y al PAICYT, UANL (convenios: CN 199/9 y 524-01) en apoyo otorgado para la realización de este estudio.

#### Bibliografía citada

- Heredia Abarca, G.. 1994. *Hilomicetes dematiaceos* en bosque mesófilo de montaña. Registros nuevos para México. Acta Botánica Mexicana 27: 15-32
- Heredia, G.. 1987. Mycoflora associated with green leaves and leaf litter of *Quercus germana*, *Quercus*

*sartorii* and *Liquidambarstyraciflua* in a Mexican cloud forest. Cryptogamiae Mycol. 14: 171-183.

Hering, T.F.. 1967. Fungal decomposition of oak leaf litter. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50: 267-273

Rihani, M., Kiffer, E. y Botton, B.. 1995. Decomposition of beech leaf litter by microflora and mesofauna. I. In vitro action of white-rot fungi on beech leaves and foliar components. European Journal of Soil Biology 31: 57-66

Sankaran, K.V.. 1993. Decomposition of leaf litter of albizia (*Paraserianthes falcataria*, eucalypt (*Eucalyptus tereticornis*) and teak (*Tectona grandis*) in Kerala, India. Forest Ecology and Management 56: 225-242.

Toutain, F.. 1987. Les litières: siege de systemes interactifs et moteur de ces interactions. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol 24: 231-242.

Vidal Gaona, G., Cifuentes, J. Y Sánchez-Espinosa, C.. 1997. Aislamiento e identificación de algunos micromicetos de hojarasca de *Quercus crassifolia* en Chapa de Mota, Estado de México. Memorias del VI congreso Nacional de Micología, 240.

## Estructura de dos localidades en los bosques de la sierra de Álvarez, San Luis Potosí

Jorge Alberto Flores Cano<sup>1</sup>; Richard Ivan Yeaton Hawkins<sup>2</sup>; Miguel Ángel Capó Arteaga<sup>3</sup> y Eladio H. Cornejo Oviedo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Doctorado, PMPCA-UASLP; E-mail: pmpca\_jflores@yahoo.com.mx; <sup>2</sup> IIZD-UASLP; Email: yaha2602@prodigy.net.mx; <sup>3</sup> Departamento Forestal-UAAAN; E-mail: macapo@narro.uaaan.mx; cor61@narro.uaaan.mx

#### Introducción

En la actualidad los bosques y las selvas ocupan 63.5 millones de ha de la República Mexicana; sin embargo, una proporción de cada formación se encuentra ocupada por vegetación secundaria (Palacio-Prieto *et al.*, 2000). El 60% de las especies de *Pinus* tienen importancia comercial y el 80% de los productos forestales se obtienen de los bosques mixtos (Subsecretaría forestal y de la fauna silvestre, 1994). La Sierra de Álvarez ocupa una superficie de 2,265 km<sup>2</sup>; el 38% es bosque de pino-encino (Arriaga *et al.*, 2000), y de 1920 a 1940 se realizó un aprovechamiento forestal intensivo en ella (Diario Oficial de la Federación, 1946). El objetivo de esta investigación fue describir la estructura actual de dos localidades del bosque de pino-encino en la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí.

#### Materiales y Métodos

La Sierra de Álvarez se localiza al sureste de la ciudad de San Luis Potosí; sus coordenadas son 21°42'32" a 22°23'21" N y 100°05'24" a 100°49'30" W; (Arriaga *et al.*, 2000); es un macizo montañoso alargado con orientación noreste-sureste y de topografía accidentada, con altitudes de 1200 a 2700 m; formado en su mayoría por estratos plegados de sedimentos marinos (INEGI, 1985). Al suroeste el clima es árido seco; en la parte central es semiárido templado; y al noreste es semicálido subhúmedo (García, 1988); los tipos de vegetación presentes son el

bosque de encino y de pino; pastizal natural; matorral *crasicaulis*, submontano y matorral desértico micrófilo (Arriaga *et al.*, 2000).

#### Diseño y técnica de muestreo

Se seleccionaron dos localidades para su estudio. Una en el de encino-pino (Badillo) y una en el de pino piñonero (Adjuntas).

Se utilizó un diseño de muestreo sistemático para la selección de las parcelas de muestreo. Se establecieron diez parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> en cada localidad. Se evaluó el estrato arbóreo y el arbustivo leñoso. Se registraron todos los individuos presentes, anotando la especie y el número total; diámetro normal a la altura del pecho (130 cm), y en la parte media del tallo para cada plántula y arbusto menor; altura total de cada uno de los individuos; edad, sólo para los árboles de pino.

Se determinaron los valores absolutos y relativos de la densidad, cobertura y frecuencia de las especies registradas (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Se determinó la dominancia de las especies mediante el valor de importancia (Cottam y Curtis, 1956).

Se determinó la estructura vertical (altura) y horizontal (área basal) de las poblaciones. Asimismo se realizó una prueba de dos muestras de Kolmogorov-Smirnov, para determinar heterogeneidad entre las dos localidades en cuanto a la estructura de

diámetro, altura y edad, de las especies dominantes.

#### Resultados

Se registraron 5 especies arbustivas y 7 arbóreas en las dos localidades; dos especies de pino y tres de encino. En Badillo la dominancia es de *P. cembroides*, *P. teocote*, *Q. obtusata* Humb. & Bonpl. y *Q. mexicana* H. & B.; en Adjuntas, la dominancia es de *P. cembroides* Zucc. y *Quercus eduardii* Trel. En cuanto a densidad, *P. cembroides* registró los valores más altos en las dos localidades. En Badillo *Pinus cembroides* registró mayor cantidad de individuos jóvenes; mientras que *Q. obtusata* registró mas adultos. En área basal, en Badillo dominó *Q. obtusata*.

En cuanto al valor de importancia; en Adjuntas el mayor valor lo obtuvo *P. cembroides*, y en Badillo, *Quercus obtusata*.

*Pinus cembroides* presentó los valores más altos de altura en Adjuntas, y *P. teocote* en Badillo.

En Adjuntas *Pinus cembroides* es dominante sobre *Q. eduardii*, se presenta repoblación de las dos especies, pero el pino registró mayor cantidad de adultos. El piñonero registró una mayor amplitud de edad; mientras que en Badillo presentó el menor valor (49 años). En esta localidad se presentó gran cantidad de espacios abiertos y presencia de especies de condiciones xéricas (*Acacia schaffneri* (Watts.) Hermann, *Agave salmiana* Otto ex Salm.).

En Badillo se desmontaron grandes manchones del encinar, y luego se han perturbado con ganado, lo cual ha facilitado el establecimiento de *P. cembroides*.

#### Literatura citada

Arriaga L, Espinoza JM, Aguilar C, Martínez E, Gómez L, y Loa E (Coords.)

(2000) Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México, D.F. 465 pp.

Cottam G and Curtis JT (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451-460.

Diario Oficial de la Federación (1946) Revisión del expediente de ampliación de ejidos, poblado San Francisco, Municipio de Zaragoza, San Luis Potosí. 354 pp.

García E (1981) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. 252 pp.

INEGI (1985) Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí. Secretaría de programación y presupuesto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 186 pp.

Mueller-Dombois D and Ellenberg H (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. E.U.A. 547 pp.

Palacio-Prieto JL; Bocco G; Velázquez A; Mas JF; Takaki F; Victoria A; Luna-González L; Gómez-Rodríguez G; López-García J; Palma M; Trejo-Velázquez I; Peralta A; Prado-Molina J; Rodríguez-Aguilar A; Mayorga-Saucedo R y González-Medrano F (2000) La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 43: 183-203.

Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. (1994) Inventario forestal periódico del estado de San Luis Potosí. 80 pp.

## Estructura de vegetación de un rodal milenario de sabinos (*Taxodium mucronatum* Ten.) en los Peroles, Río Verde, S.L.P.

José Villanueva Díaz. CENID-RASPA-INIFAP. Correo: jvillad@raspa.inifap.conacyt.mx  
Agustín Hernández Reyna. INIFAP-S.L.P. Correo: tinhr@hotmail.com  
Eladio Comejo Oviedo. Departamento Forestal. UAAAN. Saltillo, Coah. Correo: cor61@prodigy.net.mx  
Felicidad García Sánchez. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP.

### Introducción

Estudios estructurales de vegetación son fundamentales para generar información técnica que justifique la conservación de áreas naturales; caso concreto son Los Peroles, un sitio de manantiales profundos, rodeado por una vegetación única, donde se integran especies endémicas y árboles viejos de sabino o ahuehuate. Acciones de aprovechamiento, quema del pastizal y actos vandálicos, sin embargo, han provocado la desaparición de muchos ejemplares antiguos de sabino. Desde el punto de vista científico, la conservación de este sitio, representa una oportunidad única para el desarrollo de estudios hidrológicos, paleoclimáticos, geológicos, etc. Socialmente, los Peroles puede constituir a su vez, un foco de atracción eco-turística de impacto nacional.

### Objetivo

Estudiar los rasgos estructurales de la vegetación asociada y adyacente a un rodal de sabino, así como determinar la edad de sus especímenes añejos

### Materiales

Los peroles se ubica en las coordenadas 22° 11' 08" N, 99° 53' 56" W, 900 m, elevación; con un clima semiárido-semicálido y precipitación de 350 a 500 mm anuales. El sitio posee un manantial principal profundo (cerca

de 50 m) y manantiales aledaños más someros. La vegetación es un pastizal con individuos de sabino dispersos a lo largo de corrientes perennas e intermitentes. La vegetación vecina es un mezquital. Los suelos son someros, salinos y con problemas de calidad de agua.

### Métodos

El sitio de estudio lo constituye un área de 1 km<sup>2</sup>, dentro de este y de manera aleatoria se establecieron macro parcelas de 10 x 30 m para cuantificar vegetación arbórea; microparcels de 1m<sup>2</sup>, se instalaron al azar dentro de las macro parcelas para determinar vegetación herbácea. Para cada especie encontrada, se analizó su densidad, área basal, frecuencia absoluta y relativa e índice de valor de importancia. A los árboles de sabino se les midió altura, diámetro normal, cobertura de copa y se estimó su edad con métodos dendrocronológicos estándar. Se corrió un análisis de regresión simple entre diámetro y edad.

### Resultados

Se detectaron dos tipos de comunidades vegetales, una pradera de *Spartina spartinae* asociada con sabino y un bosque de mezquite o mezquital de *Prosopis laevigata*. Ambas comunidades difirieron en su fisonomía y composición florística. Cada comunidad es mono específica en

cuanto al estrato arbóreo; en el sotobosque de la pradera se encontraron individuos de nueve géneros y en el estrato herbáceo del mezquital se registraron seis géneros. Los valores de importancia de las especies del sotobosque fueron mayores que la de los árboles, debido a sus altas densidades y áreas basales. *S. spartinae*, *Flaveria oppositifolia*, *Verbesina potosina* y *Eragrostis intermedia* son las especies del estrato herbáceo más importantes de la pradera asociada con sabino; mientras que *Saluzania triloba*, *Suaeda torreyana* y *Opuntia imbricata* son las más importantes del mezquital.

La edad de los sabinos fluctuó entre 146 y 1150 años, pero no se detectó una relación significativa ( $p > 0.05$ ) entre diámetro y edad. La edad de los sabinos en este sitio, muchos de los cuales sobrepasan el milenio, le hacen el rodal aun conocido con árboles más viejos en México.

#### Discusiones y conclusiones

Las comunidades vegetales en los peroles tienen la presencia de una especie endémica (*Flaveria oppositifolia*), así como árboles de sabino milenarios. Lo anterior constituye elementos técnicos sólidos para incluir a esta área en programas de conservación. La presencia de árboles ancestrales en esta área, quizás se deba a las condiciones medioambientales tan especiales, que limitan el crecimiento de esta especie de manera significativa. Comparativamente, el crecimiento del sabino es exuberante en sitios con mejor calidad de sitio; caso concreto es el árbol del Tule en Oaxaca o la misma especie en la región del Bajío. Estudios adicionales de índole ecológico, geohidrológico,

dendroclimático, etc., son importantes para interpretar de mejor manera la presencia de este ecosistema en la región. El fechero exacto al año de su formación de los crecimientos de este rodal de sabino puede contribuir de manera significativa a entender la variabilidad hidroclimática en la región para el último milenio, así como aportar elementos técnicos adicionales para su protección.

## Estructura poblacional de *Taxodium mucronatum* Ten. en diferentes condiciones de perturbación en el estado de Querétaro, México.

Enriquez Peña Esther Gabriela \*

Humberto Suzán Azpiri \*\*

\*Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Doctorado Regional en Recursos Bióticos, [enpea@puable.com](mailto:enpea@puable.com), \*\*[hsuzan@sunserverdel.uq.mx](mailto:hsuzan@sunserverdel.uq.mx)

#### Introducción.

En México, *Taxodium mucronatum* (ahuehuete o sabino) forma parte de la vegetación riparia, conocida comúnmente como bosque de galería (Rzedowski, 1998). Tiene un alto valor estético y recreativo considerándose como el árbol nacional, presentando una amplia distribución en varios estados del país (Carranza, 1992), sin embargo, es una especie amenazada de rango limitado sujeta al efecto de las perturbaciones provocadas por el hombre (Farjon *et al.*, 1993). Debido a su condición de tierra fértil y accesible, la vegetación riparia ha sido objeto constante de prácticas agrícolas, pastoreo, aclareos, construcción de caminos, presas, industrias, asentamientos humanos, entre otros (Malanson, 1993; Allan, 1995). Los beneficios ecológicos que aporta al ecosistema son varios (mejora la calidad del agua, disminuye la erosión del suelo, filtra nutrientes y contaminantes, hábitat para fauna silvestre, etc.). En este trabajo se pretende conocer el efecto de las perturbaciones sobre la estructura poblacional de esta especie.

#### Objetivos.

General: Comparar la estructura poblacional de *T. mucronatum* en sitios bajo diferentes condiciones de perturbación (actividades de pastoreo y agua disponible), en el estado de Querétaro, México.

Particulares: 1) Determinar la estructura de alturas, coberturas y área basal en los rodales de estudio. 2) Comparar la producción de ramas principales, conos y semillas de los rodales de estudio.

#### Material y Métodos.

Se seleccionaron cuatro sitios con bosque de galería que presentaban ahuehuetes en el estado de Querétaro, bajo condiciones contrastantes de perturbación con respecto al pastoreo de acuerdo a la clasificación de Olivera *et al.* (1996) y a las condiciones de humedad disponible. Los sitios fueron:

- 1) La Cañada, Amealco (arroyo Las Zuñigas). Ausencia de pastoreo, cauce de agua permanente.
- 2) Panales, Tolimán (río Tolimán). Pastoreo ligero, cauce de agua permanente.
- 3) Vaquerías, San Juan del Río (bordo alimentado por la Laguna de Vaquerías). Pastoreo moderado, cauce controlado por la presa de la localidad.
- 4) Moctezuma (río Moctezuma). Pastoreo fuerte, cauce estático o con poco movimiento en el que convergen aguas residuales de zonas aledañas.

En cada sitio se trazaron dos transectos (10 x 50 m<sup>2</sup>) perpendiculares al cauce del agua. Se midió el diámetro (>5cm) a la altura de 1.50m desde la base del tronco (Tardif y Bergeron, 1999) con cinta diamétrica, y la altura total (ALT) con clinómetro. Se calculó la cobertura (COB) y el área basal (AB) de acuerdo a Olivera *et al.* (1996). Se estimó el número de conos producidos en una rama principal y el total de ramas principales por árbol, así como el número de semillas contenidas en los conos.

#### Resultados.

El análisis de varianza ANOVA (Manly, 1994) mostró diferencias significativas entre las variables AB ( $P < 0.0001$ ), ALT ( $P < 0.0001$ ) y COB ( $P = 0.0002$ ), siendo Panales el sitio que presentó los valores promedio más altos. Se obtuvo un coeficiente de correlación alto ( $r = 0.985$ ) entre las variables COB/AB en el sitio Vaquerías, mientras que en los sitios restantes fue bajo.

En el análisis de componentes principales (Johnson, 2000), se encontró que el primer componente explica el 63.14% de la variabilidad total (eigenvalor=1.894) y que la variable AB tiende a una estrecha relación con este componente (eigenvalor=0.617).

Aunque el análisis de varianza ANOVA (Manly, 1994) muestra una diferencia significativa en el total de ramas principales entre los sitios ( $P < 0.0001$ ), ésta no se consideró relevante ya que Panales dispersa esta diferencia comparado con los otros sitios.

(La Cañada 7.14 ± 2.11, Panales 15.66 ± 5.78, Vaquerías 7.8 ± 1.30, Moctezuma 5.6 ± 2.41).

Moctezuma presentó un mayor número de conos (n= 8864) seguido de Vaquerías (n= 6828), mientras que Panales presentó el valor más bajo (n= 6040). El promedio de semillas por cono fue para La Cañada 23.8 ± 8.40, Panales 32 ± 2.79, Vaquerías 37.1 ± 8.38 y Moctezuma 28.9 ± 6.45. Se encontró una estrecha correlación entre el número de ramas principales y número de conos en La Cañada (P=0.005, r=0.913), mientras que los demás sitios mostraron valores bajos (Panales r=0.175, Vaquerías r=0.606, Moctezuma r=0.482).

#### Discusión.

Los resultados muestran que las condiciones de perturbación en cuanto al pastoreo y a las condiciones del cauce, afectan a la estructura poblacional de *T. macrosporum*. En ausencia de perturbaciones, se esperaba que las variables altura, cobertura y área basal mostraran los valores más altos, sin embargo fue la condición de pastoreo ligero la que sobresalió, lo cual indica que ésta no afecta significativamente la estructura.

De manera general se puede mencionar, que la relación entre cobertura y área basal posiblemente se determina por la humedad disponible en ciertos periodos de tiempo, como en el caso de Vaquerías (pastoreo moderado), en donde existe un control de la descarga de la presabordo que vierte sus aguas hacia el paraje, y que obtuvo un coeficiente de correlación alto entre estas variables. En este sentido, el crecimiento de los árboles es proporcional cuando la disposición de agua se encuentra limitada. En el caso de los otros sitios, la relación entre cobertura y área basal puede estar determinada por la posición en el dosel o por la exposición.

La producción de ramas y conos depende del efecto de las perturbaciones, pero también de las condiciones genéticas intrínsecas de cada individuo. El sitio Panales presentó un mayor número de ramas principales, pero pocos conos, denotando la edad y/o condición reproductiva de los rodales; en sentido contrario, Moctezuma (con agua estática, compactación de suelo y pastoreo fuerte) presentó pocas ramas y un mayor número de conos, lo cual sugiere la probabilidad de una estrategia de reproducción ante condiciones adversas. En ausencia de pastoreo y cauce permanente de agua (La Cañada) el número de ramas se relaciona estrechamente con la producción de conos.

El promedio de semillas por cono no varió entre los sitios, ajustándose al registro de Carranza (1992) que va de 20 a 60 semillas.

Ante estas observaciones, también es importante considerar el historial de perturbación del sitio (duración y magnitud), dada la vulnerabilidad de esta especie en las primeras etapas de crecimiento y a su resistencia a condiciones ecológicas extremas en estado adulto. Asimismo, es relevante considerar la edad y condición reproductiva.

#### Conclusiones.

- La estructura poblacional de *T. macrosporum* (altura, cobertura y área basal) se ve afectada por el tipo de perturbación en los sitios de establecimiento, siendo la condición de pastoreo ligero la que presentó los valores más altos en cuanto a estas variables.
- La relación entre cobertura y área basal posiblemente se determina por el agua disponible en el rodal.
- El número de ramas principales y el total de conos producidos por individuo, no se afectan forzosamente por el tipo de perturbación, sino que las condiciones reproductivas y genéticas de cada rodal probablemente también intervienen en esta relación.
- En ausencia de pastoreo y con cauce permanente, el número de ramas principales es directamente proporcional al número de conos producidos.
- La condición de perturbación no interviene en el número de semillas producidas por cono.

#### Bibliografía citada.

- Allen, J. D. 1995. Modification of running waters by humans. In *Stream ecology: structure and function of running waters*. Iowa Academic Publishers, pp. 305-342.
- Carranza G., E. 1992. *Fauna Taxodermes*. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 4, Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pánuco, Tlaxcala, México.
- Fisher, A., C. R. Page, and R. Schellin. 1982. A preliminary world list of forested conifer taxa. *Biodiversity and Conservation* 2: 339-356.
- Johann, S. F. 2000. *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. Thomson Editores, México 588 p.
- Melhorn G. P. 1993. *Regeneración de bosques*. Cambridge University Press Gran Bretaña, 295 p.
- Mery, S. F. J. 1984. *Multivariate Statistical Methods*. A primer. 2<sup>a</sup> ed. Chapman and Hall, London 215 p.
- Oliver, V. M., S. Moreno G., y B. Figueroa R. 1986. *Elites perennantes para la investigación silvícola*. Manual para el silvicultor. 1<sup>a</sup> ed. Universidad de Guadalupe, 36000 México 55 p.
- Rodriguez, J. 1988. *Vegetación de México*. 7<sup>a</sup> ed. Limusa, México 432 p.
- Tariff, J., and Y. Bergeron. 1994. Population dynamics of *Fraxinus nigra* in response to flood-level variation in Northwestern Quebec. *Ecological Monographs* 64 (1): 107-122.

## Estudios Moleculares en la Síntesis del Hongo Ectomicorrízico *Cantharellus cibarius* (Fr.) con *Quercus* sp.

G. Guevara<sup>1</sup>, A.G. Zúñiga-Medina<sup>2</sup> y F. Garza-Ocañas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, guevaragg@hotmail.com, fortunatofgo@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tami. agzuniga@mail.com

*Cantharellus cibarius* es de gran importancia económica y forestal ya que este recurso es recolectado con fines comercialización y porque es responsable (en parte) en el mantenimiento y equilibrio de los bosques. Se ha caracterizado por su complicado aislamiento y propagación vegetativa (Fries, 1979; Schouten y Waandrager, 1979). Los primeros aislamientos de *C. cibarius* se lograron a partir de la germinación de basidiosporas (Fries, 1979; Straatsma *et al.*, 1985; Itävaara y Wilberg, 1988). Cepas a partir de cuerpos fructíferos han sido utilizados para realizar síntesis ectomicorrízica de *C. cibarius* y *Picea Abies* (Fries y Danell, 1990; Danell, 1994). Además, se ha reportado la síntesis ectomicorrízica de *C. cibarius* con *P. silvestris* L. y *B. pubescens* Ehrh. (Moore *et al.*, 1989) y de *C. cibarius* con *Pinus caribaea* Morelet, *Pinus patula* Shiede & Daphe var *patula* y *Pinus pseudostrobus* Lindl. (Garza-Ocañas *et al.*, 2001). El objetivo de esta investigación es contribuir al conocimiento de este recurso natural mediante la aplicación de técnicas moleculares en la asociación ectomicorrízica (síntesis) de *Cantharellus cibarius* con *Quercus* sp. Se aislaron cepas puras de *C. cibarius* en medio de Meln Norkrans (MMN) a partir de basidiocarpos colectados bajo encinos provenientes del estado de Tamaulipas. Antes de llevar a cabo la síntesis ectomicorrízica, un segmento del ADN (ITS, Espaciador Transcrito Interno) de la cepa y del basidiocarpo (de donde se aisló) se comparó para corroborar su identificación utilizando técnicas moleculares (PCR-RFLP) en el laboratorio de biología molecular de la Universidad del Estado de Oregon, E.U.A. La síntesis micorrízica de *C. cibarius* con *Quercus* sp. *in vitro* se logró en aproximadamente el 50 % de las plántulas micorrizadas.

#### Bibliografía citada

Danell, E. 1994. Formation and Growth of the Ectomycorrhiza of *Cantharellus cibarius*. *Mycorrhiza* 5:89-97.

- Fries, N. 1979. Germination of Spores of *Cantharellus cibarius*. *Mycologia* 71: 216-219.
- Fries, N. y E. Danell. 1990. Methods for Isolation of *Cantharellus* Species, and the Synthesis of Ectomycorrhizae with *Picea Abies*. *Mycolatorn* 38:141-148.
- Garza-Ocañas, F., R. Mota, J. Martínez-Avalos y G. Sánchez-Ramos. 2001. Síntesis de Ectomicorrizas *in vitro* de *Pinus caribaea*, *Pinus patula* y *Pinus pseudostrobus*. *BIOTAM* Vol. 12(3):37-56.
- Itävaara, M. y H. Wilberg. 1988. Establishment of a *Cantharellus cibarius* Culture Collection in Finland. *Karstenia* 28:34.
- Moore, L.M., A.E. Jansen y L.J.L.D. Van Griensven. 1989. Pure Culture Synthesis of Ectomycorrhizas with *Cantharellus cibarius*. *Acta Bot. Neerl.* 38(3):273-278.
- Schouten, S.P. y M.H. Waandrager. 1979. Problems in Obtaining Pure Cultures of *Cantharellus cibarius*. *Mushroom Sci.* X (1):885-890.
- Straatsma, G., R.N.H. Konings y L.J.L.D. Van Griensven. 1985. A Strain Collection of the Mycorrhizal Mushroom *Cantharellus cibarius* Obtained by Germination of Spores and Culture of Fruit Body Tissue. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 85(4):689-697.



## EVALUACION DEL USO TRADICIONAL DE LA VEGETACION DE LA CUENCA DEL RIO CASILLAS, NUEVO LEÓN, MEXICO.

Jessica J. Bernal Hernández, Eduardo J. Treviño G., Eduardo Estrada Castillón, Oscar Aguirre Calderón\* y Xanat Antonio Némiga\*.  
\*Facultad De Ciencias Forestales U. A. N. L. [jessica\\_jazmin@hotmail.com](mailto:jessica_jazmin@hotmail.com) Facultad De Ciencias Forestales U. A. N. L. [eduardoestrada@prodigy.net.mx](mailto:eduardoestrada@prodigy.net.mx) Facultad De Ciencias Forestales U. A. N. L. [eduardoestrada@prodigy.net.mx](mailto:eduardoestrada@prodigy.net.mx) Facultad De Ciencias Forestales U. A. N. L. [oscaraguirre@fcluarl.mx](mailto:oscaraguirre@fcluarl.mx) Facultad De Ciencias Forestales U. A. N. L. [xanatinemiga@hotmail.com](mailto:xanatinemiga@hotmail.com)

El aprovechamiento de la vegetación en México es desde tiempos remotos, una de las actividades primordiales de las comunidades rurales ya que les proporciona una fuente de recursos naturales que son fundamentales para su subsistencia tales como: leña, carbón, hierbas medicinales, así como alimento, material de construcción para casas y corrales, forraje para su ganado.

La cuenca del río Casillas se localiza en la parte centro - oeste del estado de Nuevo León, entre los 23° 15'-24° 30'N y 101° 10'-102° 00'E, cubre una superficie de 1,105 Km<sup>2</sup>. Se encuentra ubicada en la Sierra Madre Oriental, encontrándose la parte más alta en el oeste a los 2500 m de altitud y hasta llegar a los 900 m en los límites con la Planicie Costera del Golfo, la temperatura media anual es de 21.2° C; En su mayor parte los suelos son del tipo Litosol y regosol. La vegetación dominante la componen de bosques de pino, de encino, de pino-encino, matorral submontano con vegetación secundaria, chaparrales, así como vegetación riparia, agricultura de riego y temporal.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los usos de especies vegetales de mayor importancia para las comunidades rurales de la cuenca del río Casillas

Se efectuó una recopilación y análisis de información sobre investigaciones existentes referentes a los diferentes usos que el hombre le da a las plantas en la región. Se realizaron visitas a campo con la finalidad de coleccionar las especies vegetales más conspicuas del área de estudio y se procedió al levantamiento de información a través de encuestas aplicadas a habitantes de comunidades dispersas en el área de estudio. Se procedió a la verificación bibliográfica y en el herbario de especies registradas; análisis de información

obtenida en campo y literatura; se realizó un listado de las especies más utilizadas.

Como resultado del análisis de las encuestas se encontró un predominio en el uso medicinal con 44 especies, seguido por el consumo de especies para leña con 19, seguido por el uso alimenticio de 18 especies. En la construcción se encontró un uso de 17 para la cercas 10 para corrales 9 para la construcción de casas y dos para bodegas. 9 especies tuvieron un uso forrajero y 7 especies un uso artesanal.

Se registraron 38 familias y 85 especies, las familias más representativas en número de especies son: *Lamiaceae* (8 especies), *Leguminosae* (7) y *Asteraceae* (6).

Los resultados de este estudio demuestran que existe un uso tradicional de la vegetación en la cuenca del río Casillas, en el municipio de Rayones, Nuevo León, este uso representa una importancia económica para los habitantes, ya que la mayoría de la gente no cuentan con suficientes recursos y tienen que valerse de lo que tiene a su alrededor, para poder subsistir y cubrir sus necesidades básicas. También se pudo apreciar que el conocimiento tradicional se sigue manteniendo entre los jóvenes de estas comunidades.

## Eventos fenológicos en los encinos de la Sierra Fría, Aguascalientes.

Abraham de Alba Avila y Joaquín Sosa Ramírez  
Campo Exp. Pabellón, INIFAP y Universidad Autónoma de Aguascalientes  
[aalba@pabellon.inifap.conacyt.mx](mailto:aalba@pabellon.inifap.conacyt.mx)

### Introducción

Una de las grandes preocupaciones en cuanto a los encinos de México, es que a pesar de ser considerado centro de diversidad (Zavala, 1990) poco se ha hecho para determinar cuantitativamente los fenómenos fenológicos de las diferentes especies (Zavala, 2001). Dentro del contexto de la Sierra Fría, se reconoce que se ha notado una mortandad inusual, probablemente provocada por la helada "negra" de diciembre del 97 y que no se han encontrado propágulos de semilla que estén siendo reclutados al bosque, y si la proliferación de tallos o clones a partir de raíz causado por la corta para diferentes usos. Es particularmente relevante dar seguimiento a los procesos fenológicos de los encinos para determinar si la fructificación es exitosa y en que grado para poder determinar si el establecimiento es un problema exógeno a la producción de semilla por las diferentes especies de encino en la Sierra Fría.

### Objetivos

- Determinar la fecha de floración, porcentaje de amarre y cantidad de bellotas producidas por los principales encinos de la S. Fría.
- Determinar la influencia de variables meteorológicas en los eventos fenológicos de los principales encinos de la S. Fría.
- Establecer los destinos de las bellotas una vez caídas, y posible papel de la

degradación en el bajo establecimiento de los encinos.

### Materiales

Se establecieron 8 estaciones de observación de 1/10 ha durante los años de 2001 y 2002. En cada estación se marcaron un número variable de árboles (7-15) de los cuales se marcaron 3 ramitas con yemas reproductivas y se les dio seguimiento durante la época reproductiva: Marzo-Septiembre. Se tuvo información de las especies *Q. eduardii*, *Q. potosina*, *Q. laeta*, *Q. grisea* y *Q. resinosa* (de la Cerda, 1989).

### Métodos

Se llevó la contabilidad de los ovarios fertilizados, desarrollo de fruto y desprendimiento de bellotas maduras en las ramas de observación. Se llevaron a cabo pruebas de germinación para establecer viabilidad de las semillas y se mantuvo un banco de germoplasma en refrigeración.

### Resultados

Queda claro que el año más productivo en cuanto a bellotas fue el 2002, en general, y que existe un fenómeno de "árbol bellotero", que son árboles que están bajo condiciones hídricas anormalmente favorables, producen cosechas considerablemente más grandes y con la periodicidad de la especie (en los tres casos anuales). También se constató el alto grado de infección por lepidópteros y *Curculiónidos*, pero que estos no tienen la eficiencia mortal que se presume coloquialmente; sino que se hipotetiza

con el presente trabajo que las especies son de bellotas 'recalcitrantes' (Ponce de León, 1989) que son capaces inclusive de germinar en los árboles si las condiciones hídricas lo ameritan (periodos atípicos de lluvias seguidas que mantienen alta la humedad ambiente). Un caso típico de los árboles de *Q. laeta*, se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cambios en el número de ovarios o bellotas en siete árboles del sitio F, 2001.

May-9	27 d	Jun-5	100 d	Sep-13
2,2,2		2,0,2 +2		0,0,0
2,3,2+2		1,2,2+1		0
2,2,2		2,2,2		0
		2,2,3		0,0 (9 brot+1)
2,2,3		2,2,2		0,0,0
3,3,3		0, +2		0,0
2,2		1,1		0,0

En el caso de este sitio, solo 6 de los 14 árboles fueron fértiles, y de los 41 óvulos fertilizados, únicamente se lograron 24 (58.5%) para junio y para septiembre ya no se notaba ninguno, mas no se sabe si estos fueron depredados o quizás escondidos, aunque nos inclinamos a la primera opción puesto que el sitio no comprende poblaciones de ardillas o pájaros (azulejos?).

#### Discusión y Conclusiones

Consideramos que el resultado mas relevante es reconocer la variabilidad en cuanto a la respuesta fenológica de las especies en estudio, que es en su mayor parte totalmente individual y que probablemente se debe a la situación fisiológica del mismo (hipótesis pendiente de probar) y que en la medida que encontremos árboles en situación favorables se podrán adquirir

importantes cantidades de semilla para su propagación en viveros. Por encima de este patrón individualista, si existen respuestas por especie como es el caso de *Q. resinosa* que tiene alternancia en sus cosechas y que muy probablemente tienen su fundamento en los patrones de lluvia de la región.

#### Bibliografía Citada

- De la Cerda L., M. 1989. Encinos de Aguascalientes. UAA, Ags. 84 p.
- Ponce de León G., L. 1989. Recherches ecophysiologicals sur la germination et la croissance des espèces dominantes de la forêt mesophile de montagne du Mexique. Tesis de Doctorado. Université Pierre et Marie Curie, Paris. 234 p.
- Zavala C., F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. Ciencia y Desarrollo XVI(95):43-51.
- Zavala C., F. 2001. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. U.A. Chapingo. Texcoco. 94 p.

## FLUJOS DE CARBONO POR CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO

José Nívar<sup>1</sup> y V. H. Dale<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, km 145 Carr. Nacional, Linares, N.L., México. 67700 (Email: jnavar@cct.dsi.uanl.mx). <sup>2</sup> Investigadora, Environmental Science Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN. dalevh@ornl.gov

### INTRODUCCIÓN

El carbono se libera a la atmósfera por la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y los cambios de uso del suelo y por otras practicas menores (Houghton, 1995; Melillo y otros, 1996; Vitousek y otros, 1997). Los ecosistemas forestales cubren cerca de  $4.1 \times 10^9$  ha de la superficie terrestre (Dixon y otros, 1994; FAO, 1995) y almacenan cerca de 1146 Pg C, con 378 Pg en la vegetación y el restante 768 Pg en los suelos (Dixon y otros, 1994; Brown, 1997). Los cambios del uso del suelo contribuyen con un promedio de 28% de las emisiones totales de carbono para el periodo de 1980 a 1998 (Watson y otros, 2000). Por su importancia, se han realizado evaluaciones de las emisiones de carbono por cambios de uso del suelo a diferentes escalas espaciales (e.g., Houghton, 1992; Dixon y otros, 1994; Schimel, 1995; Brown, 1997; Masera y otros, 1995; Fang y otros, 1998; Schimel y otros, 2000; De Jong y otros, 1990; 2000; Cairns y otros, 2000). Las regiones tropicales han sido los ecosistemas mas estudiados. Sin embargo, las regiones subtropicales, semi-áridas y áridas no han recibido la atención adecuada.

Los objetivos de este estudio fueron a) estimar el balance del carbono por cambios de uso del suelo y b) determinar las opciones de manejo necesarias para revertir esta tendencia en el matorral espinoso Tamaulipeco del nordeste de México.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El matorral espinoso Tamaulipeco es un ecosistema subtropical, semi-árido que cubría cerca de 200,000 km<sup>2</sup> a mediados de los 1960's (Johnston, 1963; Udvardy, 1975; Diamond y otros, 1987) y aproximadamente cerca de 141,500 km<sup>2</sup> en el 2000 (WWF, 2001) en el nordeste de México y el sur de Texas. En México, se distribuye en los Estados de Coahuila (14528 km<sup>2</sup>), Nuevo León (9001 km<sup>2</sup>) y Tamaulipas (8645 km<sup>2</sup>), cubriendo una área total de 32188 km<sup>2</sup>, de acuerdo con los datos del inventario forestal del 2000 (Palacios-Prieto y otros, 2000). El ecosistema ha sido usado extensivamente como agostadero por los últimos 350 años (Del Hoyo, 1979) y actualmente se usa para obtener combustibles, leña, carbón, postes, alimentos y medicinas.

Estimaciones del carbono en la vegetación aérea. Se establecieron 56 sitios dentro del ecosistema para estimar la biomasa aérea total. Todos los arbustos y árboles se midieron en diámetro basal, altura total y cobertura. Esta información sirvió para alimentar ecuaciones de biomasa por compartimento desarrollados por Nívar y otros (2003).

Estimaciones de carbono en las raíces. Nívar y otros (2002) derivaron una ecuación de 20 sitios para estimar la biomasa radicular a partir de la biomasa aérea para raíces mayores que 1 mm en diámetro.

Carbono en suelos. Bravo (1999) suministró información sobre el carbono

orgánico del suelo para suelos agrícolas con diferentes regímenes de disturbio y tiempo de uso y de abandono a la agricultura para los suelos del área de estudio.

Cambio en el uso del suelo. Los datos de cambios de uso del suelo de matorrales a terrenos agrícolas y pastizales se tomaron de diversas fuentes para diferentes periodos de tiempo (SARH, 1980; Proderleón, 1990; Maldonado, 1992; Treviño y otros, 1996). Se tomó una tasa de deforestación promedio para toda la región, iniciando con los reportes del área de los 1950's (Johnston, 1963; Udvardy, 1975) y el año 2000 (WWF, 2001).

Emissiones de carbono. Las emisiones de carbono se estimaron para los terrenos desmontados por suponer que todo el carbón de la biomasa se libera instantáneamente y que el carbono del suelo se libera a una tasa de caída exponencial. Parte de esta metodología ha sido aplicada en numerosos estudios (De Jong y otros, 1999; 2000; Cairns y otros, 1995; 2000).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SARH (1980) reportó tasas de deforestación de 3350 km<sup>2</sup> por la apertura de los distritos de riego 'Bajo Río Bravo' (2400 km<sup>2</sup>), 'Bajo Río San Juan' (800 km<sup>2</sup>) y 'Las Lajas' (150 km<sup>2</sup>). El gobierno del estado de Nuevo León reportó tasas de deforestación de 1800 km<sup>2</sup> entre 1980 y 1986 (Proderleón, 1990). Maldonado (1992) observó que el 11% de la Planicie Costera del Golfo Norte de México se deforestó entre 1976 y 1986. Treviño y otros (1996) reportaron para el municipio de Linares una tasa de deforestación anual de 2.2% para el periodo de 1973 a 1994. Las emisiones de carbono por cambios de uso del suelo en las últimas 5 décadas fueron 0.048, 0.041, 0.035,

0.030 y 0.025 Pg, con un total de 0.178 Pg para el periodo entre 1950 y 2000. Con este escenario de deforestación, las emisiones de carbono para el periodo de 2000 a 2020 sería 0.040 Pg (Figura 1). A niveles mundiales, la conversión de bosques nativos a terrenos agropecuarios ha liberado cerca de 100 Pg de carbono en los últimos 150 años (Siegenthaler y Oeschger, 1987; Houghton y Skole, 1990). En los últimos 50 años (1950-2000), este ecosistema ha liberado el 0.18% de la cantidad total 100 Pg desde los últimos 150 años.

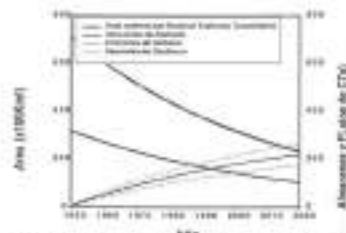


Figura 1. El balance del carbono por cambios de uso del suelo en el Matorral Espinoso Tamaulpeco del noreste de México.

El suelo explica el 88% y la vegetación el 12% restante de las emisiones de C totales. La conservación de C se debe de realizar por: (i) la conservación de la vegetación, (ii) la protección del C del suelo deforestado y (iii) captura de C perdido. La regulación en los cambios de uso del suelo, las practicas de conservación bajo cero labranza, las practicas agroforestales y la incorporación de abonos verdes son varias de las practicas recomendables para reducir las emisiones de C a la atmósfera. Cero labranza puede capturar en los 3,500 km<sup>2</sup> de área irrigada 0.0024 Pg C en 20 años y elevar el contenido de materia orgánica de 2.0% a 2.4%.

#### INDICADORES DEL ESTADO DE SATURACIÓN DE NITRÓGENO EN BOSQUES CERCANOS A LA CIUDAD DE MÉXICO

Armando Gómez G<sup>1</sup>, y William R. Horwath<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, agomezg@colpos.mx

<sup>2</sup> LAWR Department, Soils and Biogeochemistry Section, University of California, Davis.

**INTRODUCCIÓN.** Los bosques cercanos a la ciudad de México reciben cantidades de nitrógeno (N) superiores a las que reciben otros bosques no expuestos a aire contaminado (Bauer *et al.*, 2000; Fenn *et al.*, 1999). Las entradas adicionales de N que recibe un ecosistema terrestre contaminado pueden llevarlo a una condición denominada "Saturación de Nitrógeno", que es una condición en la que la disponibilidad de nitrógeno inorgánico del ecosistema excede la demanda de los microorganismos del suelo y de la vegetación. Los primeros síntomas de un proceso de saturación de N son incremento de nitratos en el agua de escurrimiento, reducción de pH del suelo, incremento de nitrógeno foliar y desordenes nutrimentales en la vegetación. Estudios recientes sugieren que los bosques de coníferas cercanos a la ciudad de México ya se encuentran en las primeras fases del proceso de saturación de N (Fenn *et al.*, 1999).

Para estudiar el proceso de saturación de nitrógeno existen dos enfoques en la literatura, el primero consiste en medir directamente los procesos afectados, el segundo plantea el uso de las señales de isótopos estables de N en vegetación y suelo (Emmett *et al.*, 1998; Pardo *et al.*, 2002). Debido a que en un ecosistema con elevadas importaciones de N se alteran procesos biológicos y se producen cambios la composición de isótopos estables de N en el suelo y vegetación, se ha propuesto diagnosticar el estado de saturación de un ecosistema con la composición de

isótopos de N (Emmett *et al.*, 1998; Koopmans *et al.*, 1997).

**OBJETIVOS.** Los objetivos de este trabajo fueron: (1) Evaluar indicadores de saturación de nitrógeno en bosques de coníferas tanto en forma directa como por cambios en señales de isótopos de N y C. (2) Explorar el potencial de señales de isótopos estables para inferir el estado de saturación de N en ecosistemas forestales.

**METODOLOGÍA.** El trabajo se realizó en bosques de coníferas cercanos a la ciudad de México. Se estudiaron cuatro sitios de pino (*Pinus hartwegii* (Lindl.)) y cuatro sitios de oyamel (*Abies religiosa* [H.B.K.] et Cham.) en el parque del Desierto de los Leones. Para comparar los resultados con bosques sanos, se seleccionó el mismo número de sitios para pino y oyamel en el Campo experimental forestal de Zoquiapan, localizado a 53 Km de la ciudad de México. En cada lugar se colectaron muestras de follaje, suelo y virutas de incremento. El follaje colectado fue de nuevo crecimiento y de la parte superior de la copa del árbol. Las muestras de suelo correspondieron al suelo superficial (45 cm). Las virutas de incremento se tomaron en dos árboles en cada sitio y a 1.3 m a partir del suelo. Con las concentraciones de nutrimentos en follaje, se llevó a cabo un análisis nutrimental en bosques de oyamel y pino. Por otro lado se midieron abundancias naturales de isótopos de N y C ( $\delta^{15}N$  y  $\delta^{13}C$ ) en el suelo y vegetación

para emplearse como indicadores del estado de saturación de nitrógeno. Para investigar cambios a través del tiempo se midieron las señales de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en los últimos cincuenta años en virutas de incrementos. Como un indicador de saturación de nitrógeno se calculó el factor de enriquecimiento de N, un índice propuesto por Emmett *et al.* (1998) que mide la diferencia de  $\delta^{15}\text{N}$  entre el suelo y la vegetación.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Los dos tipos de bosque, oyamel y pino, mostraron desordenes nutricionales. El aumento en N foliar fue más evidente en bosques de oyamel. Se infieren deficiencias de P, K, y Mn en los dos tipos de bosque. La concentración de B y Zn en follaje fue mayor en bosques contaminados. Los cambios en la relación C:N de follaje fueron significativos en el bosque de oyamel. Con los resultados se confirma que los bosques se encuentran en el estado 1 de saturación de nitrógeno. Los resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  indican que los bosques del Desierto de los Leones han estado más estresados por agua que los bosques testigos (Zoquiapan). El bosque más susceptible a la contaminación es el de oyamel. Los resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  muestran correspondencia con la condición de contaminación, pero se requieren más estudios para fortalecer las conclusiones de este trabajo. Comparando con otros estudios en el mundo, los resultados del trabajo corroboran que el factor de enriquecimiento calculado con  $\delta^{15}\text{N}$  tiene potencial como un indicador integral del estado de saturación de N en ecosistemas forestales.

## REFERENCIAS

- Bauer, L.I., T. Hernandez-Tejada, and J.M. Skelly. 2000. Air pollution problems in the forested areas of Mexico and Central America, p. 35-61, In J. L. Iness and A. H. Haron, eds. Air pollution and the forests of developing and rapidly industrializing countries, Vol. 4. CABI-IUFRO, Oxon, UK.
- Emmett, B.A., O.J. Kjønaas, P. Gundersen, C. Koopmans, A. Tietema, and D. Sleep. 1998. Natural abundance of  $^{15}\text{N}$  in forests across a nitrogen deposition gradient. *For. Ecol. Manage.* 101:9-18.
- Fenn, M.E., L.I. De Bauer, A. Quevedo-Nolasco, and C. Rodríguez-Frausto. 1999. Nitrogen and sulfur deposition and forest nutrient status in the Valley of Mexico. *Water Air Soil Pollut.* 113:155-174.
- Koopmans, C.J., D. Van Dam, A. Tietema, and J.M. Verstraten. 1997. Natural  $^{15}\text{N}$  abundance in two nitrogen saturated forest ecosystems. *Oecologia* 111:470-480.
- Pardo, L.H., H.F. Hemond, J.P. Montoya, T.J. Fahey, and T.G. Siccoma. 2002. Response of the natural abundance of  $^{15}\text{N}$  in forest soils and foliage to high nitrate loss following clear-cutting. *Can. J. For. Res.* 32:1126-1136.

## ÍNDICES Y MODELOS DE DIVERSIDAD-ABUNDANCIA EN LOS BOSQUES MIXTOS DE LA SIERRA DE SAN CARLOS, TAMAULIPAS

<sup>1</sup>Martín Juárez Sánchez y <sup>2</sup>José J. Nívar Cháidez

<sup>1</sup>Estudiante de Postgrado, Becario CONACYT, <sup>2</sup>Profesor Investigador, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Carretera Nacional Victoria Monterrey Km. 145, Linares, Nuevo León, México, 67000

### INTRODUCCIÓN.

La diversidad biológica de los ecosistemas forestales es importante porque: a) está estrechamente relacionada con la productividad (Huston, 1994), b) mantiene los ciclos biogeoquímicos y del agua funcionando activamente (Post, 1986), c) los servicios ambientales que presta a la sociedad, etc. Existen pocos intentos para modelar la diversidad biológica de los ecosistemas forestales y es importante porque se debe de entender los impactos de las prácticas humanas en la diversidad al menos arbórea de los ecosistemas forestales. Dentro de las dificultades existentes para cuantificar la diversidad arbórea existe el nivel espacial. Es decir, cuanta superficie es necesaria para entender este parámetro. Este reporte intenta cuantificar las relaciones existentes entre el espacio y la diversidad arbórea de un ecosistema forestal de la Sierra San Carlos, del Estado de Tamaulipas, México.

### METODOLOGÍA.

Para este caso se seleccionó un área con características representativas no intervenida se delimitó una parcela, con una superficie de 22,500 m<sup>2</sup> (150 x 150 m por lado), a su vez se delimitaron 25 subparcelas de 900 m<sup>2</sup> (30 x 30 m por lado), y en estas fueron ubicadas un tercer nivel de parcelas (36) de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m), se ubicó cada uno de los árboles en un papel milimétrico a escala identificado con número y especie.

Para este análisis la parcela se subdividió en parcela de 10 x 10m, 20 x 20m, 40 x 40m, 80 x 80m y la total de 150 x 150m.

Se ajustaron los siguientes índices de diversidad biológica.

Índice de diversidad de Margalef (Clifford y Stephenson, 1975)

$$D_m = (S-1) / \ln N$$

Índice de diversidad de Menhinick (Whitaker, 1997)

$$D_w = S / \sqrt{N}$$

Índices basados en la abundancia de las especies.

Índice de diversidad de Shannon & Weiner, 1994.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Índice de dominancia de Simpson, 1949.

$$D = \sum p_i^2$$

especie:  $(n_i/N) p_i =$  Abundancia proporcional de la *i*-ésima) y los modelos de diversidad-abundancia siguientes:

MODELOS DE ABUNDANCIA:

Serie geométrica.

$$n_i = NC_k K^{i-1}$$

Serie logarítmica

$$c c c \dots c \alpha x^2 / 2, \alpha x^3 / 3, \dots, c \alpha x^{i+1} / (i+1)$$

Modelo del palo quebrado.

$$s(r) = (s(s-1)/N)(1-n/N)^{i-1}$$

Normal logarítmica truncada.

$$s(r) = S_0 \exp(-a^2 R^2)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los índices de diversidad se presentan en el Cuadro 1. (1)Margalef, (2)Menhinick, (3)Shannon, (4)Simpson, (5)McIntosh, (6)Brillouin, (7)Berger Parker.

Parcela	Índices de Diversidad						
	1	2	3	4	5	6	7
10x10	0.91	1.15	0.63	0.09	2.56	0.50	1.50
20x20	0.80	0.86	0.88	0.30	2.26	0.45	1.71
40x40	0.52	0.44	0.89	0.55	2.21	0.38	1.73
80x80	0.78	0.38	0.92	0.72	2.16	0.34	1.71
150x150	0.61	0.19	0.89	0.81	1.96	0.29	1.50

Los índices de diversidad de Margalef, Menhinick, McIntosh, y Brillouin disminuyen su valor conforme aumenta la dimensión de la parcela. Por el contrario, los índices de Shannon, Simpson y Berger-Parker parecen aumentar hasta un punto y alcanzar una casi constante o decaen de nuevo conforme aumenta la dimensión de la parcela. Estas tendencias han sido modeladas por Romero (1999) para el matorral espinoso Tamaulipeco del noreste de México.

El índice de Shannon alcanza un estado casi constante en una parcela de 20x20 m indicando su consistencia para estimar la diversidad en una forma similar en parcelas de dimensiones superiores a 400 m<sup>2</sup>. Estas características hacen recomendable a este índice por su consistencia en parcelas de diferentes dimensiones. Los resultados del ajuste de los modelos de diversidad-abundancia se muestran en los Cuadros 2 al 5. Cuadros 2-5. Resultados del Ajuste de los modelos de diversidad abundancia para parcelas de diferentes dimensiones en la un bosque mixto de la Sierra San Carlos, Tamaulipas.

### 1. Serie geométrica

J2	Probabilidad	Hipotesis	Parcela
0.30	0.99	H0	10x10
0.32	0.75	H0	20x20
0.33	0.58	H0	40x40
17.07	0.50	H0	80x80
48.52	0.005	H0	150x150

### 2.- Barra Rota

J2	Probabilidad	Hipotesis	Parcela
0.30	0.99758	H0	10x10
0.36	0.98264	H0	20x20
3.32	0.50472	H0	40x40
8.32	0.08550	H0	80x80
18.0	0.00120	H0	150x150

### 3.- Serie logarítmica

J2	Probabilidad	Hipotesis	Parcela
		H0	10x10
		H0	20x20
4.98	0.75	H0	40x40
3.88	0.38	H0	80x80
48.18	0.005	H0	150x150

### 4. Serie log normal

J2	Probabilidad	Hipotesis	Parcela
		H0	10x10
0.38		H0	20x20
4.74	0.02	H0	40x40
2.34	0.50	H0	80x80
2.70	0.50	H0	150x150

Los modelos geométrico y barra rota se ajustan en general a las parcelas de menores dimensiones. Los modelos logarítmico y normal logarítmico, por el contrario, en general se ajustan a las parcelas de mayores dimensiones. Es decir, los recursos parecen estar repartidos mas equitativamente en las parcelas pequeñas. A medida que el espacio aumenta la repartición entre recursos se desequilibra mas. Esta información es consistente con comunidades forestales avanzando en las primeras etapas de la sucesión..

## CONCLUSIONES.

Respecto a los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Berger-Parker estos indican las dimensiones mínimas para contemplar a toda la diversidad.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Magurran, A. E. 1988., Barcelona, España.  
 Krebs, C.J. 1965. Harper and Row. N. Y.  
 Romero, F. G. 1999. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. 72 p.

## LA VEGETACIÓN DEL EXTREMO MERIDIONAL DE LA MIXTECA POBLANA

Arturo Castañeda Mendoza.

Enrique Guízar Nolasco.

### INTRODUCCIÓN

La región de la Mixteca se encuentra entre las más marginadas del estado de Puebla y del país en general. La presión que han ejercido los grupos humanos sobre la vegetación ha sido muy fuerte, eliminando la cobertura vegetal de miles de hectáreas para el establecimiento de cultivos de temporal. En los terrenos con topografía más accidentada, la sobrecarga animal (principalmente caprinos) y la extracción de leña representan también un fuerte impacto. El conocimiento de los recursos naturales, y en particular de la vegetación existente es imprescindible si se quieren proponer alternativas a la degradación de éstos; es por ello que la presente investigación está enfocada en el estudio de las asociaciones vegetales presentes en el sur de la Mixteca Poblana, donde el deterioro del bosque tropical caducifolio se encuentra en un estado muy avanzado.

### OBJETIVO

Describir las los tipos de vegetación y sus principales asociaciones, presentes en diez municipios de la Mixteca Poblana, caracterizándolas con base en su composición florística, fisonomía y estructura.

### MATERIALES

El área de estudio comprende diez municipios del sur del estado de Puebla (Tecomatlán, Piaxtla, Ahuehuetlilla, San Pablo Anicano, Guadalupe Santana, Acatlán, Yeloxtlahuaca, Petlalcingo, Chila de la Flores y San Miguel Ixatlán). Se encuentra dentro de la cuenca del río Balsas en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del sur, con altitudes de 1200 a 2100 msnm. El clima predominante es del tipo *Aw* y *Bw* en las zonas más áridas. La temperatura media es de 24 °C y la precipitación de 600 a 850 mm.

### MÉTODOS

Se seleccionaron 20 sitios de muestreo. En cada uno de éstos se realizaron colectas de material de herbario que fueron determinadas taxonómicamente en el herbario C HAP de la UACH.

Se realizó un muestreo ecológico cuantitativo, calculándose los valores de densidad, frecuencia y dominancia relativa para obtener los valores de importancia. Las asociaciones vegetales se determinaron con base en el muestreo ecológico cuantitativo, la fisonomía y estratificación observada en campo. Los tipos de vegetación se reconocieron con base en la clasificación de Rzedowski (1978).

### RESULTADOS

Se obtuvo una lista florística de plantas arbóreas, arbustivas y herbáceas de 75 familias, 228 géneros y 401 especies. Las familias más representadas fueron *Leguminosae* con 36 géneros, *Compositae* 17, *Cactaceae* 10 y *Anacardiaceae*, *Rubiaceae* y *Maphguisaceae* con 8 géneros. Entre las especies arbóreas el género *Bursera* fue el más abundante con 21 especies.

Bosque tropical caducifolio. Constituye el tipo de vegetación dominante en el área de estudio, donde la mayor parte de la superficie está poblada por especies del género *Bursera* y por especies arbóreas y arbustivas de la familia *Leguminosae*. La fisonomía se caracteriza por árboles de 6 a 9 m de alto, tallos delgados y con una mala conformación, ramificando por lo general a baja altura; son comunidades densas, con una riqueza de especies y un rasgo fenológico de caducidad de hojas marcado por la estacionalidad de las lluvias. Las asociaciones encontradas fueron: 1) *Asoc. Bursera moreliensis*, 2) *Asoc. Bursera aptera - Lysium divaricata*, 3) *Asoc. Bursera submoniliformis - B. alopecyror*, 4) *Asoc. Bursera submoniliformis - B. aptera*, 5) *Asoc. Fouquieria ochoteranae - Cyrtocarpa procera*, 6) *Asoc. Fouquieria ochoteranae - Neobuxbaumia mezcalaensis* y 7) *Asoc. Escanoria chioilla - Stenocereus stellatus*.

Palmar. Se trata de un matorral denso que no sobrepasa los dos metros. Se encuentra en el sur del área de estudio, en altitudes superiores a los 1650 msnm. Se localiza sobre suelos de tipo leptosol rendzico o en luvisoles. La especie predominante es *Brahea dulcis* que se encuentra dominando el terreno o mezclada con especies de encinos o del bosque tropical caducifolio.

Estudiante del Colegio de Postgraduados, Programa Forestal, estuacv123@rednet.mx  
 Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, Inapocochimalpan

Bosque de encino. Se ubica en las partes más altas del área de estudio, generalmente arriba de los 1500 msnm, donde se encuentran los encinares de *Quercus glaucooides*. Alrededor de los 1600 msnm aparecen *Quercus castanea* y *Q. magnifolia*. Los encinares se conforman de árboles de 4 a 6 m, muy ramificados, con diámetros de 30 a 50 cm, generalmente retorcidos.

Bosque de galería. En los ríos Mixteco y Peñalcingo se encuentran de manera abundante *Taxodium mucronatum*, *Populus mexicana* y *Salix humboldtiana*, formando bóvedas sobre los ríos. En la gran cantidad de barrancas con escurrimientos intermitentes se encuentran *Pithecellobium dulce*, *Prosopis laevigata* y *Thevetia peruviana*.

Bosque de coníferas. Esta asociación se encuentra bien definida a partir de los 1850 msnm en el municipio de Ixtlán. La cobertura es de hasta 80% con árboles de entre 4 y 6 m de altura. La especie dominante es *Juniperus flaccida* var. *poblana*, con otras especies intercaladas como *Pseudotsugum parricidum*, *Pistacia mexicana* y *Quercus castanea*.

#### DISCUSIÓN

Dado el nivel de profundidad empleado y el objetivo propuesto, no es posible representar cartográficamente las asociaciones vegetales, sin embargo se puede presentar un panorama de las asociaciones existentes en los diferentes ambientes del área de estudio. Cuando el objetivo es realizar un diagnóstico de recursos vegetales para ser utilizado en un plan de manejo, el muestreo debe de ser realizado con una mayor intensidad. El trabajo a nivel comunitario proporciona una herramienta básica para tomar decisiones con respecto al uso de la vegetación.

Dentro del área de estudio se ubica la zona que ha sido más afectada por la eliminación de la cubierta vegetal en la Mixteca Poblana. A pesar de que tanto la conservación como la producción son objetivos deseables, hasta ahora han sido manejados antagonicamente. La agricultura y la ganadería interfieren transformando el ecosistema, cambiando los patrones de vegetación, perturbando los suelos y modificando los ciclos hídricos y biogeoquímicos.

#### CONCLUSIONES

1. Dentro del área de estudio los tipos de vegetación presentes son: bosque tropical

caducifolio, bosque de encino, bosque de galería, palmar y bosque de coníferas.

2. Se reconocieron 16 asociaciones vegetales. Además de otras que los investigadores interesados en la región puedan establecer.

3. El uso de suelo debe ser replanteado. La agricultura rentable sólo puede observarse en los valles, en cambio, en los cerros y lomeríos la degradación del suelo se observa inevitable con las técnicas tradicionales utilizadas.

4. La diversidad tan alta de especies ofrece interesantes temas de investigación en diferentes disciplinas para buscar alternativas a la degradación de la vegetación en la Mixteca Poblana.

#### BIBLIOGRAFÍA

- RZEDOWSKI, R. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, 432 p.  
MIRANDA, F. 1943: Estudios sobre la vegetación de México IV. Algunas características de la flora y la vegetación de la zona de Acahualtán, Puebla. An. Inst. Biol. México 14:407-521

<sup>1</sup> Estudiante del Colegio de Postgraduados. Programa Forestal. atunocm127@netscop.net  
Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. tropesoc@netmail.com

## LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE DURANGO Y SUS OMISIONES DE CONSERVACIÓN

César Cantú\*

#### Introducción

Actualmente Durango cuenta con sólo 2 áreas naturales protegidas de jurisdicción federal: las reservas de la biosfera "Mapimi", abarcando los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, con una extensión de 20,000 ha, según el decreto oficial. Sin embargo, existen discrepancias respecto a la extensión que comprende, ya que la SEMARNAT ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)) reporta 103,000 ha; la CONANP (2002) considera 345,388 ha; mientras que el Gobierno del Estado de Durango considera 345,306 ha de las cuales 196,482 (60%), están en el estado de Durango. En el caso de la reserva de la biosfera "Michilila", la situación es similar a "Mapimi". Por una parte, el decreto oficial indica 35,000 ha, sin embargo, Halfter (1978) registra una superficie de 70,000 ha; la CONANP (2002) reporta 9,325 ha; mientras que el Gobierno del Estado de Durango indica que "Michilila" se encuentra en los estados de Zacatecas y Durango, cubriendo un total de 125,764 ha, de las cuales 94,046 ha (73%) corresponden a Durango.

#### Metodología

El estudio fue realizado siguiendo la metodología desarrollada por el programa de análisis de omisiones de conservación (GAP) de los EE.UU. (Scotti *et al.* 1993). Se produjeron mapas digitales de las 2 áreas naturales protegidas existentes y de las 12 áreas prioritarias propuestas por la CONABIO para Durango. Todas las cubiertas digitales fueron combinadas y analizadas usando los programas ArcInfoTM versión 8.02 y ArcViewTM

versión 3.2. Las diferencias en las escalas y proyecciones de los mapas originaron variaciones en el cálculo de las diferentes categorías. El área calculada de Durango fue 12,319,048 + 4,473 ha, las 2 reservas ecológicas existentes cubrieron 290,528 ha, y las áreas terrestres prioritarias abarcaron 2,218,750. La variación de la superficie fue menor a 0.04%, como resultado de la transformación de la proyección de los mapas. Sin embargo, considerando la gran extensión del área incluida en el análisis, tales diferencias no son significativas.

Para los propósitos del presente estudio consideramos que cualquier categoría analizada abajo de 12% de su superficie en áreas protegidas está sub-representada (Brunland 1987). La selección de este nivel de protección es debido a que es un criterio ampliamente utilizado para fines de conservación en análisis similares (Wright & Mattson 1996).

#### Resultados

Según los decretos oficiales, las 2 áreas naturales protegidas existentes de Durango abarcan 55,000 ha, lo que representa el 0.4% de su superficie del Estado. Sin embargo, la extensión de ambas ANP, ha sido incrementada considerablemente por lo que la superficie que cubren es de 290,527 ha, lo que equivale al 2.4% del territorio estatal. Las 12 RTP propuestas por la CONABIO para Durango cubren 2,218,750 ha, lo que representa el 18% de su extensión.

\* Facultad de Ciencias Forestales, UANL  
ccantu@fct.uanl.mx

La combinación de las 2 áreas naturales protegidas y las 12 regiones prioritarias

Las ANP actuales cubren regiones cuya propuestas por la CONABIO, abarcaría 2,509,277 ha lo que representaría el 20% de la superficie estatal. elevación (INEGI *et al.* 1990), va de los 1,000 a 3,000 msnm. La superficie de todos los rangos de elevación analizados, se encuentran por abajo del 12% de cobertura en ANP, por lo que se les puede considerar omisiones de conservación desde el punto de vista de la elevación. La inclusión de las RTP propuestas por la CONABIO, cubriría dichas omisiones, salvo el rango de elevación 0-200 msnm.

En Durango existen 15 de los 22 tipos de suelo reconocidos para la República Mexicana (INIFAP & CONABIO, 1995). De éstos, sólo el Yermosol, que es considerado de baja productividad agropecuaria y apenas cubre el 2% de la superficie estatal, se encuentra bien representado en las actuales ANP. Mientras que los restantes cinco tipos de suelo presentes en las actuales ANP se encuentran sub-representados.

#### Conclusiones

Las áreas propuestas por la CONABIO incrementarían grandemente la superficie protegida de Durango y mejorarían la protección de regiones elevadas, cubriendo muchas de las omisiones de conservación existentes en el actual sistema de reservas ecológicas. Sin embargo, si el 20% de la superficie del Estado se protegiera, incorporando al régimen de conservación las regiones propuestas por la CONABIO, permanecerían aún importantes omisiones de conservación para. Debido a lo anterior, es necesario realizar un estudio detallado sobre los patrones de distribución de las especies del Estado a fin de determinar los sitios

de mayor riqueza biológica que cubran las omisiones identificadas en el presente estudio.

Es importante subrayar que la sola declaratoria de áreas protegidas de ninguna manera garantiza la conservación de la biodiversidad, pues no es sino hasta la implementación de los programas de manejo cuando verdaderamente funcionan como unidades de conservación efectivas. Es por ello, que la selección de los sitios más adecuados para el establecimiento de las áreas naturales protegidas, es una tarea que exige bases técnicas sólidas que permitan optimizar los escasos recursos disponibles para tan importante tarea.

#### Bibliografía

Brunland, G.H. 1987. Our common future. Oxford University Press, New York, NY. 238 pp.

CONANP. 2002. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Perspectivas y Logros. Informe Técnico en el 11<sup>o</sup> Aniversario. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Scott, J.M., F.Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caiico, F. D'Erchia, T.C. Edwards, Jr., J. Ulliman, and R. G. Wright. 1993. Gap Analysis: a geographic approach to the protection of biological diversity. Wildlife Monographs 123: 1-41.

Wright, R.G. and D.J. Mattson. 1996. The origin and purpose of national parks and protected areas. Pp.3-14 in R.G. Wright, ed., National Parks and Protected Areas. Blackwell Science, Cambridge, MA 470 pp.

#### MODELO DE RIESGO DE DEGRADACION DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO PILON.

M. C. Xanet Antonio Némiga y Dr. Eduardo J. Treviño Garza.

Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

AP. 41 Linares, Nuevo León, México.

Emails: xarynemiga@rocketmail.com y ejtrevin@fcf.uanl.mx

#### RESUMEN.

En las regiones subtropicales semiáridas las actividades agrícolas sostenibles dependen directamente de la cantidad de agua disponible. El cultivo de cítricos representa una fuente importante de ingresos dependientes de la agricultura de Nuevo León, México. El agua captada en la cuenca del río Pilon determina directamente la producción. Por ello, es necesario estudiar los factores y procesos relacionados con la disponibilidad del agua en esta cuenca.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo son vitales para la captación del agua, y su degradación puede afectar la disponibilidad en los mantos acuíferos. Por ello, se generó un Sistema de Información Geográfica de la cuenca y se usó el módulo Image Analysis de ARC VIEW para modelar los factores ambientales y antropogénicos reconocidos en la literatura por ejercer presión destructiva sobre la estructura del suelo (incluyendo cobertura vegetal y su intensidad de uso, precipitación, pendiente y textura del suelo, así como población e ingreso).

Como resultado se obtuvo un mapa de probabilidades de degradación del suelo en la cuenca del río Pilon. Este se validó con mediciones de algunas propiedades fisicoquímicas en muestras de suelo. En términos generales, el mapa destaca aquellas zonas donde las actividades de conservación son prioritarias.

## ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL PARQUE ESTATAL SIERRA PATLACHIQUE

Mendoza Herrera Adrián J.<sup>1</sup>, Valdez Lazalde J. René<sup>2</sup>

### 1.- Introducción

En los últimos años el ordenamiento ecológico territorial ha sido promovido como un instrumento de planificación ambiental que permite organizar y resaltar, el abanico de posibilidades de uso que presentan los recursos naturales; además de enfatizar la necesidad de aprovecharlos sustentablemente (SAGADER, 2000).

La planificación del territorio, se entiende como la previsión y control de los usos del suelo mediante una adecuada distribución de las actividades en el territorio (Gómez, 1992). Las decisiones sobre las alternativas que son más apropiadas en el corto y largo plazo, requieren un análisis exhaustivo al igual que un diálogo honesto entre los agentes del desarrollo, los formuladores de política y los actores sociales. El desafío no sólo consiste en asegurar que los análisis sean cuidadosos, innovadores y multidisciplinarios, sino también que sean rápidos y confiables, ya que los actores involucrados no pueden esperar los resultados de largos estudios académicos (Conway y Mc Cracken, 1988).

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta para realizar un ordenamiento ecológico territorial en el Parque Estatal Sierra Patlachique, localizado en el Estado de México.

### 2.-Objetivos

1.-Proponer un procedimiento de Evaluación Multicriterio (EMC) para el Ordenamiento Ecológico Territorial del Parque Estatal Sierra Patlachique, Estado de México.

2.-Desarrollar un modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial sustentable del Parque Estatal Sierra Patlachique, Estado de México.

### 3.-Materiales

El Parque Estatal Sierra Patlachique se localiza dentro de los municipios de Acolman, Chisutla, Tepetlaocotoc, San Martín de las Pirámides y Teotihuacán, del Estado de México. La superficie total de acuerdo al Decreto es de aproximadamente 3,123 ha, las cuales pertenecen a terrenos ejidales, comunales y de pequeña propiedad. El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, en base a Köppen, modificado por Enriqueta García (1983) corresponde C(W)(w)(b)(I).

La vegetación evidencia una fuerte alteración causada por el hombre, sobresaliendo la estructura

arbórea de *Quercus deserticola* (encino), en fases de transición gradual, aparece mezclada con *Artemisia dentulata* (membrillo cimarrón) y *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce). Existe *Mimosa biroleira* (uña de gato) frecuentemente asociada a *Zeluzania augusta* (cencilla) y *Selenicium oaxacense*. Otras comunidades frecuentes son el matorral *crascaeae* y el pastizal, con especies como *Muhlenbergia rigida* (zacatón), *Lycopodium obscurum* (zacale labero), *Equisetum gracile* (navajas), *Festuca ovina*, *Bromus porteri*, *Baccharis dracunculoides* (zacate chino) (GEM,2000). Estas asociaciones vegetales forman un corredor biológico para la fauna de origen neotropical de la cuenca del Balsas, la fauna del Altiplano y del eje Neovolcánico. (Maqueda y Zacasas, 2000).

La relación entre la población humana y el Parque Estatal se desarrolla básicamente en términos productivos al utilizar su superficie para el pastoreo, la agricultura y la explotación de canteras.

El estudio se elabora con planos escala 1:10,000 con curvas de nivel de 5 metros. El levantamiento topográfico y la verificación de límites se realizó con un vuelo escala 1:14,000. La fecha de elaboración del vuelo fue el 30 de noviembre de 1999. Los mapas temáticos en formato digital que se utilizaron para la zona de estudio son de los siguientes aspectos: 1.Delimitación territorial de "Sierra Patlachique" (Mapa base), 2.Clima, 3.Geología y litología, 4.Topografía, 5.Estadística,6.Hidrología, 7.Vegetación, 8.Uso del suelo, 9.Tenencia de la tierra, 10.Uso potencial.

### 4.-Métodos

El análisis de la información se basa en el concepto de capacidad del territorio y se realiza en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando técnicas de EMC. El concepto de capacidad del territorio se puede definir como el grado de idoneidad que presenta el territorio para una actividad 'X', considerando de manera simultánea la medida en que el medio cubre los requisitos para el desarrollo de la actividad de interés y los efectos de dicha actividad sobre el ambiente (Gómez, 1992). En este sentido, la actividad o uso del suelo evaluado optimizará su localización cuando se asigne a un área territorial que cuente con la mayor aptitud y el menor impacto posibles en el territorio evaluado. Con la finalidad de presentar los resultados de la evaluación de manera más explícita, se elaboran mapas de clases de capacidad.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. adrianh@colpos.mx  
<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. valdez@colpos.mx

Por ejemplo, si pretendemos establecer áreas de reforestación (objetivo) se definen los criterios para su establecimiento: a) limitantes (tenencia de la tierra, accesos, pedregosidad, etc.); b) factores, agrupados en aptitud (tipo de suelo, profundidad, humedad favorable, etc.) e impacto (apertura de caminos, alelopatía de las especies, etc). Una vez establecidas todas las capas de los criterios, cada grupo es analizado a través de reglas de decisión para definir una sola capa por tipo de factor. Posteriormente, se analizarán las tres capas (limitante, aptitud e impacto) en una regla de decisión para definir el Modelo de Capacidad del Territorio (MCT) para el establecimiento de la reforestación. Por último, para conocer las actividades más aptas para cada fracción del parque, se realiza el análisis de los diversos MCT por medio de reglas de decisión, es decir, un análisis multiobjetivo.

Actualmente existe una zonificación del Parque Estatal Sierra Patlachique que identifica los usos del suelo para las distintas zonas de acuerdo a las características naturales del terreno y a los objetivos planteados (Cuadro 1). Esta zonificación no implica que el uso asignado sea el único que se pueda llevar a cabo, sino que es el prioritario, aceptándose usos compatibles (GEM, 2002). Lo anterior, da fortaleza al establecimiento de un SIG para el proceso de zonificación u ordenamiento ecológico territorial debido a su carácter dinámico.

Cuadro 1. Zonificación actual del Parque Estatal Sierra Patlachique.

Zonas del parque	Clima
Zona de Protección	ZP
Zona de Conservación Ecológica	ZCE
Zona de Proyectos Alternativos	ZPA
Zona de amortiguamiento	ZA
Zona de restauración Ecológica	ZRE
Zona Crítica de Restauración	ZRC
Zona de servicios	ZS

### 5.-Discusión

En el ámbito de la EMC, la determinación de la Capacidad del Territorio para una actividad se emerge en la evaluación de un objetivo simple y criterios múltiples, pudiendo posteriormente establecer varios modelos de éste tipo; es decir, varios modelos de capacidad para diferentes actividades de un mismo territorio. Luego poder ser integrados en una evaluación multiobjetivo, logrando así determinar la localización de las actividades evaluadas en el territorio estudiado (Barrado, 1996).

En la cuantificación de un impacto intervienen dos factores: su signo y su valor. Éstos deben ser considerados en el momento de la evaluación del impacto sobre cada factor del territorio; así, el signo puede ser beneficioso (+) o perjudicial (-)

dependiendo del tipo de impacto que estemos tratando. El valor del impacto esta en función de la magnitud (calidad y cantidad del factor afectado) y la incidencia (grado o intensidad de la alteración producida). En la valoración del impacto debemos tener en cuenta estos factores para lograr una valoración coherente de las categorías de los factores en cada modelo de capacidad (Barrado, 1996).

El otro elemento requerido es la aptitud del territorio para recibir una actividad, que se podría definir como el conjunto de requisitos locales que debe poseer un lugar para poder soportar una determinada actividad. La aptitud varía a medida que varían los factores del medio o las clases de los factores, estableciéndose así un rango de aptitudes para una actividad en un territorio dado.

Para obtener las capas de aptitud y de impacto debemos en principio establecer los criterios que afectan o inciden en cada uno. Así, la evaluación de los criterios y los factores de evaluación es una tarea que va a incidir fundamentalmente en todo proceso de evaluación. El elemento que especifica qué criterios utilizar es el grupo de factores de localización que inciden en los usos del suelo a evaluar.

### 6.-Conclusión

Los análisis multicriterio y los modelos de decisión multiobjetivo nos ofrecen la oportunidad de obtener un análisis equilibrado de todas las facetas de los problemas de planificación, particularmente en varios efectos intangibles, como los sociales y las repercusiones ambientales, que pueden ser considerados cabalmente en la definición de ordenamientos territoriales.

### 7.-Bibliografía

- Barrado C., J. I. 1996. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Editorial PIRAM, Madrid, España. 260 p.
- Conway, G. y J. Mc Cracken. 1989. Sordos rural lands and analysis de agroecosistemas. IBC. London, UK. 95.
- Gaceta del gobierno. 1977. Decreto que crea el Parque Estatal Sierra Patlachique. 25 de mayo. Toluca/México 21 p.
- García E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, México.
- GEM. 2000. Programa de manejo del Parque Estatal Sierra Patlachique. Secretaría de Ecología. Toluca Estado de México. 94 p.
- Gómez Oca, D. 1982. Evaluación de impacto ambiental. Editorial Agrícola Española, Madrid.
- Maqueda G. M. y Zacasas F. M. 2000. Clasificación y uso de la fauna silvestre del Parque Estatal Sierra Patlachique, en el Estado de México. 80 p.
- SAGADER. 2000. Ordenamiento Territorial y Urbanismo. Guía de desarrollo rural sustentable, participativa e inducida. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México. 28 p.



## Propagación micelial del hongo ectomicorrízico *Pisolithus tinctorius*, e Inoculación con esporas en brinzales de *Eucalyptus urophylla*

J. L. García-Rodríguez<sup>1</sup>; J. Pérez-Moreno<sup>2</sup>; A. Aldrete<sup>1</sup>; V. M. Cetina Alcalá<sup>1</sup>.

**INTRODUCCIÓN.** El género *Eucalyptus*, perteneciente a la familia *Myrtaceae*, incluye más de 500 especies nativas del continente Australiano y de islas cercanas. A pesar de su limitada distribución natural, los eucaliptos han demostrado tener una amplia capacidad de adaptación en terrenos marginales y ambientes limitados, lo cual junto con su gran diversidad de usos, ha originado que el género constituya uno de los grupos de especies forestales que se cultivan a mayor escala en todo el mundo. Una de las relaciones simbióticas más importantes que presenta este género es la ectomicoriza (ECM), la cual se establece entre las raíces de dichas plantas y hongos Basidiomycetes, principalmente. El beneficio más evidente que reciben las plantas asociadas mediante esta simbiosis, es una nutrición incrementada, principalmente en términos de nitrógeno y fósforo (1). Debido a la enorme importancia de dicha simbiosis ECM, en Australia, Brasil, China, Filipinas y Nueva Zelanda (2,3,4) se han desarrollado estudios sistemáticos de inoculación con hongos ECM en *Eucalyptus globulus*, *E. urophylla*, *E. grandis*, y *E. nigra*. Desafortunadamente, en México existe muy poca información respecto a estudios básicos o aplicados de la simbiosis ECM en eucaliptos. El objetivo del presente trabajo fue generar información básica y aplicada relacionada con el uso biotecnológico del hongo ECM *Pisolithus tinctorius* y su aplicación en la inoculación de brinzales de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake producidos en vivero. Asimismo, se discuten algunos avances preliminares de inoculación de brinzales de *E. urophylla* con esporas de dicho hongo ECM.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se efectuaron recolecciones sistemáticas de cuerpos fructíferos de *P. tinctorius* durante la época de lluvias intensas, en una plantación de *Pinus caribaea* en La Sabana, Oax., Méx. Parte de estos cuerpos fructíferos, se utilizaron para efectuar aislamientos en condiciones axénicas en el Laboratorio

de Microbiología, Edafología, Colegio de Postgraduados. La cepa aislada de dicho hongo fue caracterizada en dos medios de cultivo: papa dextrosa agar (PDA) y Melin Norkrans Modificada (MNM) y a dos temperaturas 18 y 28 °C. En la propagación de dicha cepa se evaluaron las mezclas de sustratos mostradas en el Cuadro 1, utilizando frascos de vidrio de 400 ml, a los cuales se les adicionaron 400 mg de glucosa como fuente de carbono. Estos fueron incubados a 28 °C durante 5 meses.

Adicionalmente se efectuó un ensayo de inoculación de brinzales de *E. urophylla*, para lo cual se preparó inóculo a base de esporas. Se recolectaron cuerpos fructíferos de *P. tinctorius*, los cuales fueron secados bajo sombra, con buena ventilación a temperaturas no mayores de 37 °C. Posteriormente, estos cuerpos fructíferos fueron molidos para preparar una solución densa en la cual se sumergieron las charolas que contenían los brinzales de *E. urophylla*. Estos ensayos se efectuaron en la empresa Plantaciones de Tehuantepec, S. A. de C.V. (PLANTEH), ubicada en María Lombardo de Caso, San Juan Coixacoán Mixe, Oaxaca, Méx.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** A partir de los cuerpos fructíferos, en condiciones axénicas, se aislaron cepas, las cuales mostraron la morfología típica de *P. tinctorius*, micelio color café oscuro a café amarillento con zonas concéntricas y abundantes hifas aéreas. En ambos medios de cultivo, PDA y MNM, se observó que las hifas produjeron siempre un pigmento de color café amarillento el cual se difundió en el medio, originando un cambio de su color original. La liberación de pigmentos fue más evidente en PDA, tal y como ocurre para otras especies de hongos ECM como *Cantharellus cibarius*, en cuyo caso dicho pigmento es amarillo naranja. El mejor crecimiento se observó en PDA, a 28 °C, en donde la tasa de crecimiento fue en promedio de 5 mm por día. El mejor desarrollo a 28 °C puede estar vinculado con las temperaturas en las cuales prosperaban estos aislamientos en condiciones naturales. La evaluación de propagación micelial mostró diferencias en

los sustratos utilizados, obteniéndose el mayor crecimiento en las mezclas de arena-suelo-agrolita y arena-suelo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Sustratos evaluados y crecimiento de micelio de *P. tinctorius*.

TRATAMIENTO	CRECIMIENTO
Arena-Suelo + Agrolita (1 : 1)	>60%
Arena-Suelo (1 : 3)	<60%>30%
Huano + Agrolita (1 : 3)	<60%>30%
Mantillo (100%)	<30%
Guano + huano (3 : 1)	<30%
Mantillo + Compost (1 : 1)	<30%

Porcentajes de colonización micelial del volumen total del frasco.

En la evaluación de la inoculación con esporas de *P. tinctorius*, en brinzales de *E. urophylla*, dos meses y medio después de la inoculación, no se observó colonización ECM típica de *P. tinctorius*. Asimismo, se observaron porcentajes de colonización ECM bajos en términos generales. Dicho fenómeno puede deberse a la incompatibilidad entre el hongo ectomicorrízico y los brinzales de *E. urophylla* debido a sus diferentes procedencias. Asimismo, diversos trabajos indican que altas tasas de fertilización (sobre todo de N y P) inhiben la colonización micorrízica, en el presente estudio a los brinzales inoculados se les aplicó las mismas dosis de fertilización que la empresa utiliza en su programa de producción de planta. Adicionalmente el tamaño de envase podría no ser el óptimo para el desarrollo de la colonización ECM, pues al parecer favorece una rápida lignificación de las raíces y poca producción de raíces finas, lo que impide la colonización micorrízica, ya que esta se da principalmente en este tipo de raíces del sistema radical de las plantas hospedantes.

**CONCLUSIONES.** El presente constituye uno de los pocos trabajos desarrollados en México relacionados con la simbiosis ECM en eucalipto a pesar de su enorme interés en otros países (4,5,6). Es necesario, efectuar recolecciones de hongos ECM en plantaciones del país, tendientes a la identificación de los hongos asociados y a su utilización biotecnológica ya sea utilizando esporas o micelio aislado en condiciones de laboratorio. A la fecha dicho planteamiento se encuentra en marcha por los autores.

## LITERATURA CITADA

- 1 Smith S.E. and Read D.J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 2<sup>a</sup> edición, Academic Press, London, 605 p.
- 2 Brundrett M.; Sougher N.; Dell B.; Grove T. and Malajczuk N. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR, Monograph 34, Canberra, 374 p.
- 3 Lapeyrie F. F.; Garbaye J.; de Oliveira y Bellot. 1992. Controlled mycorrhization of *Eucalyptus*, pp. 293-299 in: D. J. Read, D.H. Lewis, A. H. Fitter, I.J. Alexander (eds.) Mycorrhizas in ecosystems. CAB International, Oxon, England.
- 4 de Mendonça B.M.; Garbaye J. and Gil M. 1992. Mycorrhizal succession in young *Eucalyptus viminalis* plantations in Santa Catarina (southern Brazil). Forest Ecology and Management 54: 205-213.
- 5 dos Santos V.L.; Muchow R.M.; Borges A.C.; Neves J.C.L. and Kasuya M.C.M. 2001. Vesicular-arbuscular/ectomycorrhiza succession in seedlings of *Eucalyptus* spp. Brazilian Journal of Microbiology 32: 81-86.
- 6 Jones M.D.; Dural D.M. and Tinker P.B. 1996. A comparison of arbuscular and ectomycorrhizal *Eucalyptus occidentalis*: growth response, phosphorus uptake efficiency and external hyphal production. New Phytologist 140:125-134.

<sup>1</sup>Programa Forestal, Colegio de Postgraduados (corresponding author)  
<sup>2</sup>Microbiología, Edafología-IPGMAT, Colegio de Postgraduados,  
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, Km 38.5 car. México-Tehuacan C.P.  
56230, Mexico, Méx. (95) 952-02 02.

Producción de inoculantes para pináceas a base de esporas de hongos ectomicorrízicos mexicanos

M. Martínez-Reyes<sup>1</sup>; J. Pérez-Moreno<sup>2</sup>; A. Aldrete<sup>1</sup> y V. M. Cetina Alcalá<sup>1</sup>

**INTRODUCCIÓN.** Uno de los grupos de plantas de mayor importancia forestal a nivel mundial, está constituido por las especies del género *Pinus*. México es el país con mayor número de taxa de dicho género, con 72 (1). En condiciones de campo, se ha encontrado que más del 90% de las raíces cortas del género *Pinus* está constituido por ectomicorrizas (ECM). Por esta razón actualmente se considera que dicha simbiosis es de enorme relevancia en los procesos de absorción nutrimental dentro de este género, principalmente N y P (2,3). Adicionalmente, se ha considerado que la ECM se encuentra involucrada en la protección contra patógenos radicales, absorción de agua y liberación de fitohormonas. Debido al carácter obligado de la simbiosis ECM en las especies del género *Pinus* desde principios del siglo pasado se ha intentado su inoculación controlada. En países en desarrollo, como México, la fuente de inóculo ECM usualmente utilizada en los viveros es la denominada "tierra de monte". Sin embargo, la utilización de dicho sustrato presenta serios inconvenientes entre los cuales se incluyen: 1) Inconsistencia en la calidad del inóculo debido a la distribución heterogénea de los propágulos ECM; 2) riesgo de introducción de microorganismos patógenicos y 3) riesgos de erosión edáfica debido a la extracción masiva de dicho sustrato. Por esta razón a países de enorme tradición forestal como Suecia, Finlandia, Canadá, y E.U.A. con frecuencia utilizan otras fuentes de inóculo las cuales incluyen micelio y esporas de hongos ECM. En México, el desarrollo de la utilización biotecnológica de los hongos ECM, en términos generales, ha recibido escasa atención el presente trabajo se presentan algunos avances relacionados con la producción de inoculantes a base de esporas de hongos ECM mexicanos y se discute su enorme potencial de aplicación en la producción de pinos.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Durante la época de lluvias se efectuaron colectas sistemáticas en diversas áreas forestales de *Pinus* spp. en los estados de México, Puebla e Hidalgo. Así mismo, con fines comparativos se efectuaron recolectas de hongos en diversos mercados de la ciudad de México. En total se recolectaron alrededor de 25 especies de hongos ECM. Posterior a su colecta, en el Laboratorio de Microbiología, Edafología, del Colegio de Postgraduados, se obtuvieron esporas a partir de los cuerpos fructíferos frescos de al menos 14 de las especies de hongos. Se evaluó la calidad de dichas esporas en función del porcentaje de ocasiones en las que se obtuvieron esporas de alta calidad en relación al número total de recolectas totales de cada especie. Se consideran tres categorías las cuales se presentan en el cuadro 1: A \*\*\* cuando el porcentaje fue mayor del 60%; B\*\* cuando el porcentaje se encontró entre 30 y 60 % y C\* cuando el porcentaje fue inferior al 30%. Asimismo para las mismas especies de hongos ECM se obtuvo inóculo a partir de los pileos de los cuerpos fructíferos secos siguiendo las técnicas propuestas en Australia, Estados Unidos de América y Canadá (4,5). Para los pileos se establecieron tres categorías 1) Bueno (B) cuando los cuerpos fructíferos se colectaron de manera abundante y/o la separación del himenio y la textura facilitaron el procesamiento en la producción de inoculantes; 2) Mala (M) cuando los cuerpos fructíferos fueron escasos y/o la separación del himenio y la textura originaron alguna dificultad en la preparación de inoculantes y 3) Regular (R) una categoría intermedia entre las dos anteriores. Las especies ECM consideradas fueron aquellas en las cuales se colectaron al menos 50 cuerpos fructíferos.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Del total de especies de hongos ECM estudiadas, ocho constituyeron una excelente fuente de esporas (Cuadro 1). Dentro de éstas las mejores fueron *Boletus pinophilus*, *Amanita caesarea* y las dos especies de *Suillus*.

Cuadro 1. Factibilidad de producción de inoculantes a base de esporas y fragmentos de pileos de especies de hongos ECM mexicanos.

Especie	Categoría de esporas (P)	Categoría de pileos (P)
<i>Amanita caesarea</i>	***	M
<i>A. sava</i>	***	M
<i>A. subaerea</i>	***	H
<i>A. muscaria</i>	***	H
<i>Boletus pinophilus</i>	**	B
<i>B. pinophilus</i>	***	B
<i>Habermia hirsuta</i>	**	B
<i>Laccaria lucida</i>	***	B
<i>L. proxima</i>	**	B
<i>Lactaria adhaerens</i>	*	M
<i>L. naga</i>	*	M
<i>Neoloma hirsuta</i>	***	M
<i>Suillus granulatus</i>	***	B
<i>S. sordidus</i>	***	B

P) Ver sección de Materiales y Métodos

Estas especies entonces tienen cierto potencial para ser utilizadas en la preparación de soluciones con esporas útiles como inoculantes forestales. En lo que respecta a la calidad de los pileos, el 50 % de las especies estudiadas fueron consideradas de buena calidad debido a la alta facilidad con la que fueron recolectadas y/o la relativa facilidad para la separación de sus áreas fértiles denominadas himenios (Cuadro 1). Las mejores especies fueron *Boletus*, *Laccaria* y *Suillus*. Evaluaciones posteriores respecto al número de esporas contenidas en dichos inoculantes demostraron que cantidades relativamente pequeñas como 3 cm<sup>3</sup>, contenían alrededor de 10<sup>4</sup> a 10<sup>6</sup> esporas como mínimo. Estas dosis han sido reportadas para otras especies, como *Pisolithus tinctorius* (6), como suficientes para la inoculación en algunas especies de *Pinus*. Los inoculantes generados en este trabajo están siendo utilizados actualmente en ensayos en invernadero con *Pinus patula*, para evaluar su efecto en el crecimiento vegetal de dicha especie. Estas últimas pruebas son las determinantes en la evaluación del potencial biotecnológico de dichos hongos ECM en la producción de planta en vivero.

**CONCLUSIONES.** Dentro de las 14 especies de hongos ECM mexicanos estudiados, cinco especies incluidas en los géneros *Boletus*, *Laccaria* y *Suillus*, presentan un gran potencial para su utilización en ensayos en vivero para evaluar su influencia en el crecimiento vegetal en especies de pinos. A la fecha estos últimos ensayos están siendo efectuados por los autores del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- 1 Perry, J.P. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber Press, Portland.
- 2 Smith, S.E., and Read, D. J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 2nd Edition. Academic Press. Nueva York. 605 p.
- 3 Read, D. J. and Pérez-Moreno, J. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems - a journey towards relevance?. New Phytologist 157 : 475-492.
- 4 Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajczuck, N. 1998. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR, Monograph 32. Canberra, Australia. 374 p.
- 5 Casellano, M.A. y R. Molina. 1989. The biological component: nursery pest and mycorrhizae. In: T.D. Landis, R.W. Tinus, S.E., Mc. Donald y J. P. Barnett (eds) The container tree nursery manual, vol. 5. USDA, Washington, D.C. pp. 100-171.
- 6 Marx, D. H., Cordell, C. E., Kenney, D. S., Mexal, J.G., Arman, J. D., Riffe, J. W. and Molina, R. J. 1984. Commercial vegetative inoculum of *Pisolithus tinctorius* and inoculation techniques for development of ectomycorrhizae on bare-root tree seedlings. Forest Sci. Monograph 25: 1-101.

mgd@m@colpos.mx, aldre@colpos.mx, vicma@colpos.mx, Programa Forestal, Colegio Postgraduado.  
 2 jperez@colpos.mx, Microbiología, Edafología-IRENAT, Colegio de Postgraduados, Km. 38.5 Carr. México-Texcoco, C.P. 56230, Mexico, Méx. (52) 462-0000.

## REGLAS DE ASOCIACIÓN EN COMUNIDADES VEGETALES: UN MODELO CONCEPTUAL

Patricia Hernández de la R.<sup>1</sup>, James N. Long<sup>2</sup> y Leila M. Shultz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa Forestal, Colegio de Postgraduados (pathr@colpos.mx), 2,3 College of Natural Resources, Utah State University (lakpb@cc.usu.edu, shultz@cc.usu.edu)

Introducción. Durante el siglo pasado gran parte de los trabajos en ecología han tratado de determinar la naturaleza de las comunidades. La identificación de los mecanismos y procesos que dan origen a determinada estructura se han abordado desde diferentes perspectivas. Dentro de éstas se encuentra el uso de los tipos y características funcionales de las plantas. A través de ellas se trata de encontrar regularidad en la asociación de especies vegetales. De manera particular este enfoque se ha propuesto para facilitar el entendimiento de los efectos del cambio global en los ecosistemas terrestres (Lavelle *et al.* 1999), llevando implícito el que puedan ser aplicadas a sitios con diferentes floras. Sin embargo, la existencia y relevancia de tales grupos funcionales que pudieran dar respuesta a cualquier factor ecológico en cualquier condición del medio ambiente, no es posible ni deseable. En lugar de esto, se considera que lo ideal es buscar una clasificación funcional detallada y con un objetivo específico, lo que permitirá conocer en que medida el desarrollo de una clasificación funcional para un sitio y función particular puede ser generalizada. Una clasificación se dice que es repetible si se llevan a cabo análisis independientes en diferentes sitios y éstos arrojan la misma lista de grupos funcionales en términos de grupos de características.

En este documento se reportan resultados del uso de un modelo conceptual general y simple basado en formas de vida e independiente de

especies vegetales. El modelo es el marco conceptual para evaluar la estructura interna de las comunidades utilizando características funcionales a fin de identificar patrones dentro y entre ellas.

Metodología. Se escogieron dos sitios contrastantes en cuanto a filogenia y características medio ambientales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción general de diferentes ecoregiones utilizadas en el estudio<sup>1</sup>.

	Camp Williams, UT	Camp Grayling, MI
Ecosistema (1)	Desierto y Semi-desierto de montaña	Bosque mixto
Elevación (m)	10000	8000
Elevación (desnivel)	1300-2000	0-700
Temperatura media anual (°C)	6-12	2-10
Precipitación media anual (mm)	250-300	800-1150
Soles	Mixtos, Áridos, Incepticiales	Spodosoles, Histosoles
Composición fónica	400	800

Ambos sitios son instalaciones de entrenamiento militar de la Guardia Civil de Estados Unidos de Norte América. Camp Williams, Utah está localizada en una región semidesértica y presenta un bajo potencial productivo. Camp Grayling, Michigan por el contrario, presenta un mayor potencial productivo.

La base de datos consistió en información proveniente del programa de monitoreo "Land Condition-Trend Analysis" que considera parcelas permanentes (transectos de 100 m) de inventario en los diferentes tipos de

vegetación dentro de ambas instalaciones (Tazik *et al.* 1992). Se eligió un solo año de observación en cada instalación militar, debido a que no se consideró un estudio de dinámica de la comunidad. Los datos finales utilizados en el análisis incluyen información del tipo de vegetación por parcela, especies, y diversas características morfo-fisiológicas por especie.

Se utilizó un modelo conceptual para describir la estructura interna de las comunidades que se basa en las formas de vida de las especies presentes. El modelo tiene tres tipos funcionales (Pastizal, Matorral y Bosque) y cada uno de éstos formado por uno a tres grupos funcionales (pastos/hierbas, matorrales y árboles). Los tipos funcionales son análogos a la comunidad o tipo vegetal, el grupo funcional por otro lado, esta formado por las especies que dentro del tipo funcional tienen una forma de vida similar y es análogo a los estratos. Se construyó una matriz de la parcela (tipo de vegetación) y la frecuencia de características presentes. Lo anterior representa la diferencia con la mayoría de estudios en los cuales el análisis se basa en las especies y sus características. Se utilizó el análisis de varianza (SAS, 1990) para probar la homogeneidad de medias y proporciones dentro y entre tipos funcionales.

Resultados. Como se esperaba la cobertura incrementa al incrementar la complejidad del tipo funcional, sin embargo, ésta es solo una de las pocas variables a nivel comunidad vegetal que se encuentra altamente asociada con el tipo funcional. En contraste, la riqueza, diversidad de características y especies es independiente de la complejidad del tipo funcional. Lo anterior sugiere que la diversidad de características funcionales es relativamente consistente,

independientemente del régimen climático o de la complejidad estructural. Se encontraron patrones y grupos de características funcionales asociados con los diferentes grupos funcionales. El grupo funcional dominado por pastos presenta polinización y dispersión de semillas principalmente por el viento, además un periodo de floración relativamente corto durante la primavera y verano.

El grupo funcional dominado por matorrales tiene una presencia de especies perennes nativas, la dispersión de semillas se lleva a cabo a través del viento y de insectos con baja movilidad, la polinización se lleva a cabo por medio del viento y animales vertebrados e invertebrados. Finalmente, el grupo funcional dominado por árboles esta caracterizado por especies nativas, con una gran diversidad de mecanismos de dispersión y la polinización predominantemente eólica, además de un periodo de floración que dura durante la mayoría de la estación de crecimiento.

Se encontraron características funcionales sin ninguna asociación con un grupo funcional en particular y por lo tanto no fueron útiles para su diferenciación.

### Literatura Citada

- Bailey, R.G. 1995. Description of the Ecoregions of the United States. 2nd. Ed. Washington DC: USDA For. Ser. Misc. Publ. 1319, 108 p.  
Lavelle, S., McIntyre, S. & Grigulis, K. 1999. Plant response to disturbance in a Mediterranean grassland: How many functional groups? *J. of Veg. Sci.* 10:661-672.  
SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6, 4th ed. Vols. 1-2. SAS Institute Inc. Cary, NC.

<sup>1</sup> Bailey (1995)

## REHABILITACIÓN ECOLÓGICA DE *Pinus culminicola* EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA "CERRO EL POTOSÍ", GALENA, MEXICO

Javier Jiménez Pérez, Oscar Aguirre Calderón, Enrique Jurado Ybarra  
Facultad de Ciencias Forestales, UANL,  
e-mail: jimenez@lcf.uanl.mx

### Introducción

Restauración ecológica se define, de acuerdo al Sociedad de Restauración Ecológica, como el proceso de reparación de daños, causados por el ser humano a la diversidad y dinámica de ecosistemas nativos. A su vez se menciona que la fragmentación y pérdida del hábitat son las principales amenazas para la sobrevivencia de la mayoría de las especies, por lo que la inclusión de los procesos dinámicos de las comunidades vegetales, dentro de los planes de restauración, disminuirán el efecto en la pérdida de hábitat, así como la fragmentación de los mismos ecosistemas.

### Antecedentes

El Cerro Potosí, localizado en la Sierra Madre Oriental, en el estado de Nuevo León alcanza una altitud sobre el nivel de mar de 3650. Su aislamiento geográfico y divergencias en el sustrato geológico, con respecto a otras montañas similares, determinan la existencia de un alto porcentaje de componentes florísticos.

*Pinus culminicola* endémica del Cerro Potosí. En el transcurso de 4 décadas, se ha observado un detrimento en la superficie ocupada por *P. culminicola* a causa de diversos procesos antrópicos tales como: explotaciones forestales masivas, así como la construcción de sistemas de caminos, instalación de distintos tipos de infraestructura de telecomunicación. En 1998 se presentaron diversos incendios forestales en esta superficie, disminuyendo de manera drástica el área donde habita *P. culminicola*.

En cada uno de los procesos destructivos ocurridos, se observa una secuela de disturbios ecológicos, lo que ha ocasionado que de la superficie evaluada cuantitativamente por Beaman y Andresen en 1966 (138 ha), exista en la actualidad un área no mayor a 30 ha, o anterior, da por conclusión que *Pinus culminicola* sea considerada actualmente como una especie sujeta a protección especial.

### Materiales y métodos

Mediante la aplicación de esta investigación se propuso la restauración y conservación del hábitat de *Pinus culminicola* para el Cerro el Potosí en Galeana, Nuevo León. El objetivo principal fue promover la rehabilitación de *P. culminicola* mediante la exclusión de áreas y la revegetación de acuerdo a la abundancia, frecuencia y dominancia relativa, conforme a los distintos gradientes altitudinales y tipos de vegetación.

Se utilizaron tres sistemas de protección de especies, en 4 tipos de vegetación y gradientes altitudinales, bajo la hipótesis de que los sistemas de exclusión de áreas pueden responder de manera favorable a la rehabilitación de las especies endémicas. El área de estudio se localiza en la cima del Cerro Potosí, Galeana, Nuevo León. Este macizo montañoso corresponde a la Sierra Madre Oriental.

La investigación se efectuó, con el apoyo del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), bajo el concepto de ubicación de las áreas a rehabilitar en cuatro tipos de vegetación y gradiente altitudinal.

En cada uno de las formas de vegetación a rehabilitar se establecieron zonas de exclusión y dentro de cada zona de restauración tres tipos de tratamientos:

T1 = exclusión de ganado mayor + exclusión de mamíferos menores + plantación de *P. culminicola*; T2 = exclusión de ganado mayor + plantación de *P. culminicola*; T3 = plantación de *P. culminicola*.



### Resultados y Discusión

Al efectuar un análisis estadístico de la variable sobrevivencia se observa en la figura 1 que T1 y T2 muestran los promedios mayores de sobrevivencia 56 y 54% en la medición ocurrida en el año 2000, respectivamente. El valor correspondiente a T3 tiene un valor medio de sobrevivencia del 28%. Lo antes expuesto se atribuye a que los tratamientos T1 y T2 evitaban el consumo de individuos, así como la compactación del suelo, por parte del ganado mayor. Otro factor vectorial fue el daño ocasionado por los roedores a las yemas apicales que predisponen a las plántulas a un menor porcentaje de sobrevivencia.

Con respecto a la sobrevivencia en función del gradiente altitudinal se observa en la figura 2 que G2 y G3 presentan los promedios más altos de sobrevivencia 57 y 66%, respectivamente.

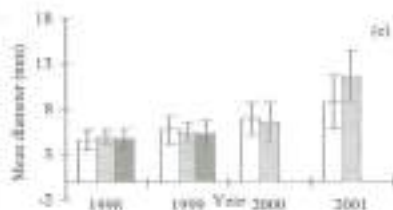


Fig 1. Sobrevivencia de plántulas

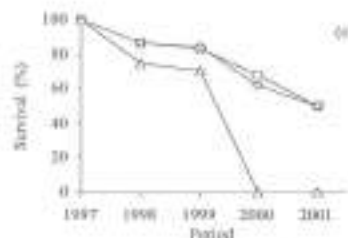


Fig. 2. Sobrevivencia de plántulas en relación al gradiente altitudinal.

### Conclusiones

Posterior al análisis cuantitativo sobre el comportamiento de la variable sobrevivencia se observa, en forma global, que los tratamientos T1 y T2 registran los promedios superiores. Lo anterior se atribuye a que estos tratamientos se encuentran excluidos del ganado mayor y de mamíferos menores, así como a las condiciones climáticas presentes en la zona de restauración (fuertes vientos, baja precipitación, temperatura promedio de 10 °C), escasa humedad relativa. Con lo anterior se visualiza un panorama favorable para la restauración de los matorrales de *Pinus culminicola* donde su desarrollo y estabilidad es de gran importancia para la conservación de la diversidad de esta región prioritaria, de la pradera alpina y subalpina del noreste de México.

### Referencias bibliográficas

- Bowles, M., Whelan, Ch. 1994. Restoration of endangered species. Conceptual issues, planning and implementation. CUP. 394 pp.  
Dale, M. 2000. Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge studies in ecology, 318 pp.  
Jackson, L. Lopoukhine, N. Hillyard, D. 1995. Ecological Restoration: A definition and comments. Restoration Ecology 3 (2): 71-75.  
Jiménez, J., Kramer, H., Aguirre, O. 1998. *Pinus culminicola*. Zur Entdeckung und Erhaltung einer mexikanischer Zwergkiefer. FuH. 664-667. 1998.

RESPUESTA MORFOLOGICA DE *Pinus duranguensis*, *P.cooperii* y *P. engelmannii*, A LA INOCULACION DE HONGOS MICORRIZICOS.

MONTES Rivera Graciela<sup>1</sup>, Solís González Santiago<sup>2</sup>, Martínez Belmonte Erik<sup>3</sup>, Gutiérrez Tovar R. Alberto<sup>3</sup>

chinamonri@hotmail.com.mx ; santiaagosolis@prodiqy.net.mx

<sup>1</sup> Profesor – Investigador. Instituto Tecnológico Agropecuario No 1. Villamontemorelos, Dgo.

<sup>2</sup> Profesor – Investigador. Instituto Tecnológico Forestal No 1. El Salto P. N., Dgo.

<sup>3</sup> Alumno Tesista. Instituto Tecnológico Forestal No 1. El Salto, P. N., Dgo.

Palabras clave: plantación, evaluación, supervivencia, pino y crecimiento.

**INTRODUCCION.** El uso de hongos micorrizas en la producción de planta de pino en vivero, favorece la producción de plántula de calidad vigorosa, mayor altura, diámetro, y biomasa; capaz de sobrevivir y adaptarse favorablemente a las condiciones del lugar de plantación. (Marx, 1977, Ferrara, 1998). Arroyo, 1999, reporta plántulas de *Pinus cooperii* inoculadas con *Pisolithus tinctorius* presentaron mayores ganancias en altura que las no micorrizadas. Meza y García, 2000, establecen que las plantas de *Pinus cooperii* inoculadas con *Amanita muscaria*, *A. caesaria*, y *Cortinarius* sp. superaron en crecimiento de altura, diámetro, raíces y biomasa a las plantas sin inocular; mientras que *Russula* mostró relación simbiótica pobre. Montes *et al.*, 2000, reporta que la plántula de *Pinus engelmannii* Carr. Inoculada con *Pisolithus tinctorius* en sustrato natural, presentaron un aumento de 78.7% en altura, 71% en diámetro, y un 40% en biomasa (peso seco) con respecto a plantas sin inocular. En base a lo anterior y al auge de los programas de plantaciones en el estado, se planteo realizar el presente trabajo.

**OBJETIVO.** Evaluar los efectos de los hongos micorrizicos *Amanita muscaria*, *A. caesaria* y *Russula* sp., de la región de El Salto P.N., Dgo., y *Pisolithus tinctorius*, en el crecimiento y desarrollo de plántulas de *Pinus duranguensis*, *P. cooperii* y *P. engelmannii*, de 12 meses de edad.

**MATERIALES Y METODOS.** El estudio se realizó en el vivero del Instituto Tecnológico Forestal 1. Se utilizaron plántulas de *Pinus duranguensis*, *P. cooperii* y *P. engelmannii* Carr. de 12 meses de edad, producidas en envase bala de 138 cc., con una mezcla de sustrato a base de turba, agrolita y vermiculita en proporción de 60:20:20 %.

y adicionando fertilizante Osmocote. La inoculación de la espora de *Pisolithus tinctorius*, *Amanita muscaria*, *A. caesaria* y *Russula*, fue por aspersión al sustrato, y se compararon con la planta sin inocular (control); formando 4 tratamientos. Se utilizaron 50 plántulas por especie, las cuales se agruparon en parcelas/10 repeticiones/ tratamiento. Se distribuyeron al azar en el vivero. Las variables evaluadas a los son: la altura, diámetro en la base del tallo, el número de raíces y la biomasa total de las plantas. Se efectuó el análisis de varianza correspondiente y la comparación de medias de los tratamientos para determinar diferencias a un nivel de confiabilidad de .05; el paquete estadístico utilizado fue el FAUNAL.

**RESULTADOS Y DISCUSIONES.** La plántula de *Pinus engelmannii* presentó la mejor respuesta de crecimiento en altura de 20.8 cm. con *Russula*, seguido por 19.7 para *Amanita*, entre los que no se determino diferencia significativa, pero si con el control de 17.6 y *Pisolithus tinctorius* de 14.5 cm. El crecimiento en diámetro, la respuesta fue similar entre los tratamientos de *Amanita* (4.8 mm), *Russula* (4.1) y control (4.0), en los no existió diferencia; mientras que *Pisolithus* (2.4 mm) si mostró diferencias. El número de raíces fue significativo en el tratamiento con *Amanita* con 50.1 raíces, contrastando con *Russula* 41.3, Control 42.3 y *Pisolithus* 40.2, entre los que no se determino diferencia alguna. Los valores de la biomasa, no muestran diferencias entre *Amanita* (2.7 gr.) y *Russula* (2.5 gr.); pero si se determino al compararlos con el Control (1.9 gr) y 1.8 con *Pisolithus*. Los resultados obtenidos contrastan con los reportados por Montes, *et al.*, 2001 al inocular plantas de *Pinus engelmannii* con *Pisolithus tinctorius* en sustrato natural;

debido a que en este estudio se aplico espora de un producto comercial, en el que la viabilidad y la cantidad de esporas posiblemente sea baja.

*Pinus duranguensis* mostró mejor simbiosis con *Russula* y *Amanita* al producir planta mas vigorosa y con mejor altura 25.6 y 23.7cm, siendo diferentes a *Pisolithus* 23.4cm. y Control 22.1. La respuesta de las plantas al crecimiento fue similar para todos los tratamientos, entre los que no se determino diferencia significativa; *Amanita* con 2.7 mm. y 49.6 raíces, *Russula* 2.5 y 45.4, control 2.5 mm y 43.7 raíces y *Pisolithus* con 2.3 y 38.7 respectivamente. La cantidad de biomasa de la planta en términos de peso seco, no mostró diferencias entre *Amanita* 2.2 gr. Y *Russula* 1.88 gr. pero si con *Pisolithus* 1.6 y Control 1.5 gr. La respuesta del pino no se comporto similar a la obtenida por Montes, 2001, debido a que empleo espora proveniente del hongo colectado directamente en el campo recientemente, *Pinus cooperii*. Diferente a las otras especies, mostró mejor asociación simbiótica en altura con *Pisolithus* 22.1 cm y *Russula* 20.4 cm, entre los que no se determinó diferencia significativa, pero si con Control 16.2 cm y *Amanita* 15.1 cm. La respuesta en diámetro fue similar a la anterior con valores de 3.4 gr., 3.1, 3.0 y 2.9 gr. respectivamente. El número de raíces y la cantidad de biomasa producida por planta, fue mayor con *Russula* 50.7 raíces y 2.1 gr, seguido por *Pisolithus* 46.8 y 1.89, no mostrando diferencias estadísticas, pero si con *Amanita* 40.5 raíces y 1.6 gr y el Control 37.6 raíces y 1.6 gr. Los resultados obtenidos concuerdan con estudios en donde se inoculo plántula de *Pinus cooperii* con *Pisolithus tinctorius*. (Meza y García, 2000).

**CONCLUSIONES.** Las plantas de *Pinus engelmannii* Carr y *Pinus duranguensis*, mostraron la mejor respuesta simbiótica con los hongos nativos *Russula* y *Amanita*. *Pinus cooperii* presento la mejor respuesta a la inoculación con los hongos *Russula* sp., y *Pisolithus tinctorius*; contrario a la planta inoculada con *Amanita*.

**LITERATURA CITADA.**

Arroyo L. D., 1999. Evaluación de la biomasa de *Pinus cooperii*, a un año de edad. Tesis. ITF 1. El salto, Dgo.: 45 p.

Ferrara, C. D. 1998. Manejo de Micorrizas en la Producción Forestal. Memoria del curso Mejoramiento Genético Flal. Del 5-7 de Octubre, 1989: Durango, 218-227 pp.

Marx, D. H., 1977. Tree host range and world distribution of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus tinctorius*. Can. Microbiology.: Vol. 23.

Montes *et al.*, 2001. Efecto del hongo comercial *Pisolithus tinctorius* (EctoRIZE) en *Pinus duranguensis*, del XI Cong. Nal. Investi. y Des. Tec. Agrop., Conkal, Yuc.

## UTILIZACIÓN DE DATOS DE LOS SATÉLITES IKONOS Y LANDSAT-TM, PARA CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN DE CLIMA Templado Frío.

Juan Manuel Chacón Sotelo<sup>1</sup>, Carmelo Pinedo Álvarez<sup>2</sup>, Manuel Sosa Cerecedo<sup>2</sup> y Gustavo Quintana Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante del Programa Doctoral Manejo de Recursos Naturales de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. [p26303@uach.mx](mailto:p26303@uach.mx)

<sup>2</sup> Profesor-investigador del Departamento Manejo de Recursos Naturales de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. [cpinedo@uach.mx](mailto:cpinedo@uach.mx)

**INTRODUCCIÓN.** En México y particularmente en Chihuahua, existe una larga tradición en la colecta de datos basados en muestreos de campo y uso de fotografías aéreas para sustentar los estudios de manejo forestal, según la norma oficial mexicana vigente en materia forestal. Sin embargo, al través del tiempo se ha observado, que los muestreos de campo presentan limitaciones debido entre otras consideraciones a: la intensidad del muestreo, variables desométricas a medir, condiciones fisiográficas, cambios en la estructura del bosque, el paisaje, extensión de los terrenos y a los mismos objetivos requeridos por el manejador. Esta limitación e inconsistencia es más notorias en áreas inaccesibles y en inventarios de especies de fauna y flora con amplia distribución geográfica.

Por esa razón, el empleo de las nuevas tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (SIG), surge como una herramienta básica en la planeación y gestión de los recursos naturales, particularmente la vegetación arbórea. Dentro de la tecnología de SIG las imágenes de satélite representan una herramienta de interés para los manejadores de bosques. Sin embargo, la serie de IKONOS con resolución espacial de 4 m no ha sido evaluada para su aplicación en la evaluación de estructuras arbóreas.

**OBJETIVOS.** Determinación del uso de IKONOS en el mapeo y clasificación de cobertura forestal y la estimación de precisión de los mapas obtenidos.

**MATERIALES.** El área de estudio se localiza en el municipio de Gómez Farías, Chihuahua. El terreno forma parte de la Sierra Madre Occidental, donde domina diversas especies forestales como *Pinus engelmannii*, *Pinus durangensis*, *P. chihuahuana*, *P. ayacahuite*, *Quercus spp.*, entre otras. Se utilizaron datos de dos escenas de los satélites Landsat5-TM e IKONOS capturadas en marzo de 1999 y junio del 2001, respectivamente.

**MÉTODOS.** La preparación de Landsat-TM e IKONOS se realizó conforme a los procedimientos sugeridos por Greenlee (1993), obteniéndose un error de 1.5 píxeles a partir de 10 puntos de control terrestre (PCT). Se elaboró un mapa de clases de vegetación el cual fue validado su precisión mediante el grado de asociación o correspondencia a la falta de esta, usando una matriz donde los renglones representan las categorías mapeadas y las columnas representan las clases observadas. La matriz de error es una tabla de contingencias que representa las probabilidades de cada posible calificación correcta o incorrecta.

**RESULTADOS.** El mapa generado presenta los patrones de vegetación diferenciados de otros usos del suelo, principalmente suelos desnudos, áreas de pastoreo y agricultura de temporal. En la exploración de las combinaciones de bandas sugeridas en otros estudios y la literatura consultada, la composición de las bandas 1 en el canal azul, la banda 4 en el verde y la 7 en el rojo presentaron la mayor capacidad de discriminación de la vegetación. En el caso del IKONOS el mapa generado resalta la unión de dos escenas, las cuales probablemente se registraron en fechas diferentes por lo cual a pesar del realce realizado, la firma espectral no fue posible homogenizar. No obstante, es fácil discriminar los patrones de vegetación, con respecto a otros usos del suelo, principalmente suelos desnudos, áreas de pastoreo y agricultura de temporal.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** De acuerdo al mapa generado con la imagen IKONOS se obtuvo un 75% de precisión, un porcentaje más alto que el encontrado con Landsat-TM el cual fue de 33% para los rodales de Encino, 70% para bosques de Pino-encino. Se concluye que IKONOS amplía grandemente las expectativas de mapeo ya que la visión de terreno es más detallada y ayuda a identificar más claramente los componentes terrestres.

## Variación Estacional del Potencial Hídrico, Tasa de Fotosíntesis y Conductancia Estomática en el Árbol del Tule *Taxodium mucronatum* Ten

Gisela V. Campos Angelee<sup>1</sup>, J. Jesús Vargas Hernández<sup>2</sup>, Carlos Trejo López<sup>2</sup>, Javier López Upton<sup>2</sup>, y Juan Velázquez-Mendoza<sup>2</sup>.

Estudiante de Doctorado, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, gcampos@colpos.mx

**INTRODUCCIÓN.** El árbol del Tule es un impresionante individuo de *Taxodium mucronatum* Ten. Por su edad y sus dimensiones es único en el mundo y está considerado monumento natural, según inventario de la SEMARNAP (6). La longevidad natural de la especie hace que sus individuos estén expuestos a cambios graduales en las condiciones de su hábitat natural durante su ciclo de vida. Esta situación particular se presenta con el árbol del Tule, ya que por el proceso de urbanización en el sitio, se han registrado cambios en el ambiente, lo que seguramente lo ha llevado a modificar sus procesos fisiológicos como mecanismo de adaptación a las nuevas condiciones del medio. Con el propósito de entender los mecanismos fisiológicos que operan en este individuo milenario, el objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento diurno y estacional del potencial de agua e intercambio de gases (conductancia estomática y tasa de fotosíntesis) en el árbol del Tule, usando como referencia un árbol joven de la misma especie en el mismo sitio.

**MATERIALES Y METODOS.** El árbol del Tule y el de referencia se localizan en el alio del templo de la comunidad de Sta. María el Tule, en Oaxaca. Se evaluó el potencial hídrico ( $\Psi_w$ ), la tasa de fotosíntesis neta (Fn) y la conductancia estomática (gs) en los dos árboles en diferentes épocas del año, a partir de octubre de 2001. En el árbol del Tule el muestreo se hizo a una altura promedio de 18 m, utilizando una grúa periférica equipada con canastilla. En el árbol joven las muestras se tomaron a una altura promedio de 5 m debido a su menor tamaño. En cada fecha de medición se tomaron muestras cada tres horas a partir de las 6:00 y hasta las 18:00 horas del día. El  $\Psi_w$  se evaluó en cinco ramillas terminales utilizando una bomba de presión tipo Scholander (PMS, Inc. Corvallis, Oregon, E.U.A.). La Fn y gs se evaluaron en

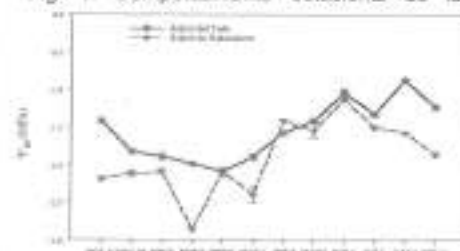
un sistema abierto y portátil de análisis de gases en infrarrojo (IRGA, modelo TPS 1; PP Systems). Se utilizaron 10 ramillas (muestras) de cada árbol. A partir de los datos de temperatura y humedad relativa de la atmósfera obtenidos con los sensores instalados en el IRGA, se calculó el déficit de presión de vapor de la atmósfera al momento de hacer las mediciones de Fn en cada árbol. También se evaluó la precipitación pluvial y la profundidad del manto freático a lo largo del periodo de estudio. El  $\Psi_w$ , Fn y gs fueron analizados con el paquete SAS mediante el procedimiento de análisis de varianza con un modelo de medidas repetidas.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** El  $\Psi_w$  presentó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) entre los dos árboles en el promedio de las diferentes fechas y horas de evaluación. También se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en esta variable entre las fechas y horas de muestreo, así como en la interacción de los árboles con los periodos de evaluación. A pesar de la dinámica del  $\Psi_w$ , es posible identificar que los dos árboles muestran una curva diurna típica a lo largo del periodo de estudio, con valores máximos en la mañana, que se reducen gradualmente hasta el mediodía, e inician una recuperación en la tarde. Los valores extremos que se alcanzan en ambos árboles difiere de una fecha a otra, similar a lo que ocurre en otras especies leñosas como *Pinus taeda* L., *Liquidambar styraciflua* L. (4) *Fagus sylvatica* L. y *Quercus petraea* L. (1). Sin embargo el grado de recuperación observado en *Taxodium* es mucho mayor que el observado en otras especies.

La interacción entre árboles con las fechas y horas de muestreo hace evidente que el árbol del Tule mostró un menor descenso a lo largo del día y un mayor grado de recuperación (en la tarde) que el árbol joven (Figura 1). Debido a sus dimensiones es posible que en el árbol del Tule el xilema sea una fuente potencial de

almacenamiento de agua, que se libera con la cavilación durante las horas de mayor demanda.

Fig. 1. Comportamiento estacional de los



valores mínimos de  $\Psi_w$  en el árbol del Tule y un árbol joven. Se grafican medias + error estándar.

El periodo crítico de  $\Psi_w$  estuvo más relacionado con el nivel del manto freático que con la distribución de la precipitación en el sitio. Hay evidencias de que las especies de *Taxodium* son sensibles a las variaciones en el nivel de humedad del suelo y a las modificaciones en el régimen hidrológico del sitio donde crecen (3).

La Fn presentó diferencias estadísticas significativas ( $p = 0.01$ ) entre los árboles durante el periodo de evaluación. También se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.01$ ) entre las fechas, horas de medición y en la interacción de estos factores. La gs mostró



resultados similares, excepto que las diferencias entre árboles no fueron significativas, pero sí la interacción con los otros factores de estudio.

Fig. 2. Comportamiento estacional de las tasas máximas de fotosíntesis neta. Se grafican medias + error estándar.

La Fn en el árbol del Tule se mantuvo entre valores de 12 y 26  $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  y las tasas

máximas se presentaron entre las 9 y las 12:00 horas. Estos valores son ligeramente más altos que los encontrados en plántulas de *Taxodium distichum* (5). El mismo patrón diurno se observó en el comportamiento de gs, mostrando que los estomas tienen una fuerte tendencia a cerrarse después de las 15:00 horas, aún cuando el  $\Psi_w$  iniciaba su recuperación, esto indica que las variables se comportaron de manera independiente, lo que coincide con lo reportado para árboles de *Pinus taeda* L. (4). El comportamiento de la Fn y de la gs respondió más al DPV en la atmósfera que a las condiciones particulares de cada árbol.

**CONCLUSIONES.** El árbol del Tule fue relativamente sensible a los cambios en el nivel del manto freático en el suelo. Esto se reflejó en los valores estacionales de  $\Psi_w$  y Fn máxima del follaje, aunque las variables no estuvieron relacionadas entre sí. Lo anterior implica que la permanencia y salud del árbol del Tule, dependen en gran medida de la conservación del manto freático en la cuenca en su conjunto. A pesar de su sensibilidad a los cambios estacionales en la disponibilidad de agua en el suelo, el árbol del Tule mantiene una actividad fisiológica favorable con respecto a un árbol joven de la misma especie establecido en el mismo sitio.

### LITERATURA CITADA

1. Backes, K., Leuschner C. (2000) Leaf water relations of competitive *Fagus sylvatica* and *Quercus petraea* trees during 4 years differing in soil drought. Can. J. For. Res. 30: 335-345.
2. Hänninen, K., Kappel, A. (1998) Minimum epidermal conductance of Norway spruce (*Picea abies*) needles: influence of age and shoot position in the crown. Ann. Bot. Fennici 35: 257-266.
3. Kwaline, B.D., Shantz JR (1995) Seasonal growth patterns of *Myrica aspidifolia* var. *biflora*, *Myrica aspidifolia* and *Taxodium distichum* as affected by hydrologic regime. Can. J. For. Res. 25: 1081-1090.
4. Pery, M.A., Mitchell R.J., Zutter BH, Claver GP, Gjestad DH. (1984) Seasonal variation in competitive effect on water stress and pine response. Can. J. For. Res. 14: 1440-1445.
5. Pezeshki, SR, DeLaune RD, Choi H8 (1995) Gas exchange and growth of bald cypress seedlings from selected U.S. Gulf Coast populations: response to elevated salinity. Can. J. For. Res. 25: 1420-1415.
6. Vargas, MF (1995) Compendio de árboles históricos y notables de México. INE. SEMARNAP. México, pp: 15-17.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## LEGISLACION Y PLANEACION FORESTAL

NUÉVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

## DESARROLLO SUSTENTABLE: IMPLICACIONES SOCIALES POR EL APROVECHAMIENTO DE LOS BOSQUES DE DURANGO Y SINALOA

Francisco J. Compeán Guzmán  
INIFAP-Durango. fjcom@yahoo.com

Introducción. Desde la Década de los 80's se ha fortalecido la teoría de la alta correlación positiva entre la pobreza y la destrucción de los recursos naturales. Según estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), se señalan a los estados de Durango y Sinaloa con un grado de marginación muy desigual. Solo existen muy pocos polos de desarrollo con grado de marginación media y baja. Las localidades enclavadas en la región serrana siguen estando muy pobres (Región III del CONAFOR). Después de casi una centuria de aprovechamiento del bosque, los dueños y/o poseedores de la tierra no han obtenido beneficios de su gran riqueza forestal.

Para Durango y para el país, estos recursos naturales representan un pilar importante en su economía porque han representado alrededor de un 35% del empleo manufacturero y más del 30% de la producción forestal maderable del país. Los municipios de Sinaloa, colindantes con Durango muchos aspectos en común, especialmente la marginación (muy alta y alta según CONAPO).

Los bienes y servicios ambientales tales como el agua, que se generan en el bosque de Durango y de Sinaloa, no representan beneficio alguno para los pobladores. Lo único que tiene valor monetario es la madera pero solo los dirigentes o caciques son beneficiarios de ello.

Los municipios de la Sierra no cuentan con una vivienda digna y decorosa. La educación y la salud son aspectos muy deficientes por la alta dispersión de las localidades y por razones de

infraestructura (caminos principalmente). La alimentación es muy pobre en contenido proteico, las enfermedades de la pobreza son comunes. Mención especial merecen los grupos indígenas: Coras, Huicholes, Tepehuanos, Tarahumaras, Mexicaneros, Mezcaleros, etc. quienes son fácilmente corrompibles y susceptibles del despojo y de la sobreexplotación de los recursos naturales que tienen bajo su resguardo. Un caso típico es el del municipio de El Mezquital, Durango que es una zona eminentemente indígena por sus pobladores y forestal por sus recursos. Esta zona fue severamente depredada por industriales forestales. Estos mismos grupos indígenas (de El Mezquital) tiene un litigio por la posesión de 5 mil hectáreas por ejidatarios (también ejidatarios marginados del estado de Zacatecas pero manipulados políticamente).

Con las condiciones descritas solo se puede hablar de miseria. El desarrollo sustentable es una falacia. Por consiguiente, los recursos naturales se están destruyendo o degradando

Objetivo: Analizar las implicaciones sociales y económicas resultantes del aprovechamiento histórico de los recursos forestales en la Región III del CONAFOR (Durango y Sinaloa).

Materiales y Métodos: El estudio fue realizado mediante una revisión bibliográfica y por medio la correlación lógica de las variables económicas y sociales proporcionadas por las diferentes Dependencias involucradas. El análisis fue realizado con el método lógico de análisis y síntesis. Se reforzó



la teoría de la relación existente entre el medio ambiente y el desarrollo.

#### Resultados:

1.- En la superficie forestal en cuestión, el 80% es de propiedad ejidal, el 15% es particular y el 5% es propiedad nacional.

2.- Los estados con alta producción forestal (Guerrero, Durango, Michoacán y Oaxaca) presentan valores de migración medios y altos; es decir, tienen un porcentaje de emigración igual o mayor al 15% del total de sus habitantes.

3.- En una familia típica que vive del recurso forestal, el ingreso familiar se destina en 55.4% a alimentación, bebida y tabaco; 12% a vestido; 8.7% a transporte; 7.2% a enseres domésticos y 4.1% a salud. En educación sólo se invierte el 1.3% del ingreso; el resto se divide en otros bienes y servicios.

4.- La escolaridad promedio de la población rural es de 3.3 años, comparada con el promedio nacional de 7 años. El 63% de la población rural de 15 años y más sabe leer y escribir, y sólo 13% cuenta con estudios adicionales y han concluido el ciclo primario de estudios.

5) La tipología de ejidos y comunidades forestales muestra la complejidad en sus niveles y formas de organización; por ejemplo: a) Menos del 0.5% son Ejidos competitivos. b) El 4% son Ejidos potencialmente competitivos. c) El 30% son Ejidos indígenas y no indígenas con recursos forestales relativamente pobres. d) el resto tiene problemas que difícilmente se resolverán en el corto plazo.

6) El acceso libre. Se dice que un recurso está en situación de acceso libre, cuando no existe una clara delimitación de derechos y propiedad, lo que provoca explotación indiscriminada y sin control del mismo.

Discusión: 1.- Los recursos naturales son patrimonio de la humanidad y su cuidado o deterioro es un problema global. Si no se manejan en forma adecuada y sustentable, los efectos globales de disminución de agua, disturbios en la química atmosférica, efecto invernadero, etc.

2.- La relación de pobreza y medio ambiente se ha discutido desde 1985. En la Agenda 21 emanada de la Cumbre de Río, se sustentan los graves problemas por el uso intensivo de los recursos naturales; y, posteriormente, en el Informe sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, publicado por el Banco Mundial, se comprueba la condición necesaria y suficiente de la superación de la pobreza para conservar la naturaleza. El Círculo Vicioso de la Pobreza es otra teoría sociológica en la que se afirma que un pobre: es ignorante, depreda, contamina, etc. por ser pobre.

Conclusiones: 1.- Las estadísticas oficiales han reconocido que más de la mitad de la población mexicana está en condiciones de pobreza alta y mediana y que la distribución del ingreso es muy desigual por consiguiente: la destrucción y degradación del Medio Ambiente está sucediendo.

2.- Si los países y las empresas contaminantes no colaboran en la solución del problema, la destrucción y degradación de la naturaleza seguirá avanzando paulatinamente.

## DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE MANEJO FORESTAL EN EL EJIDO POTRERILLOS, MPIO. DE XILITLA, S.L.P.

Victor Oscar Bonilla Angeles<sup>1</sup>, Jesús Jasso Mata<sup>2</sup>, Manuel de Jesús González Guillén<sup>3</sup>, José René Valdez Lazalde<sup>4</sup>

### 1 INTRODUCCIÓN

Durante la década de los 90's, la SEMARNAP, identificó 24 regiones geográficas denominadas PRODERS (Programa de Desarrollo Regional Sustentable de Zonas Marginadas e Indígenas), en las que se subdividieron operativamente 30 regiones de atención prioritaria, ubicándose en 18 entidades federativas que comprenden una superficie de 19.6 millones de hectáreas distribuidas en 312 municipios, donde residen aproximadamente seis millones de habitantes (SEMARNAP 2000a).

Específicamente, en el año 1995 en forma coordinada, instituciones federales, estatales, municipales, organizaciones sociales, no gubernamentales y el Banco Mundial, dieron inicio al Programa en las Huastecas Potosina, Veracruzana e Hidalguense, del cual se derivaron en un inicio la inclusión de 15 de los 20 municipios que comprende la Huasteca Potosina, considerando entre ellos por su riqueza y alto grado de marginación social, al municipio de Xilitla.

Posteriormente en el año 2000, con la actual administración gubernamental, se incluyó al municipio dentro del programa de las 250 microrregiones prioritarias a nivel nacional, lo que contempla el apoyo y múltiples perspectivas para los habitantes de la Microrregión Xilitla.

Una de las comunidades más importantes dentro de esta Microrregión, es el Ejido Potrerillos, cuya situación socioeconómica es muy marginada, aunado a que las actividades productivas son muy precarias, careciendo el recurso forestal de un plan de manejo bien estructurado, que permita erradicar las plagas forestales, el impacto severo de los incendios forestales y en general un aprovechamiento sustentado apoyado en las políticas actuales de desarrollo.

### 2. OBJETIVOS

Elaborar un diagnóstico socioeconómico y ambiental que permita conocer la problemática del Ejido Potrerillos,

\* Mpio. de Xilitla, S.L.P. y su interdependencia con los recursos

- \* naturales existentes.
- \* Proponer un programa de manejo integral que señale las estrategias de protección, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales.

### 3. MATERIALES

Para la evaluación del recurso, se utilizaron diversos instrumentos de medición dasométrica, tales como: petola hags, cinta diamétrica, cinta métrica, clinómetro y brújula; asimismo, para la ubicación de los sitios y toma de datos se utilizó material cartográfico tanto impreso como digital a escala 1:50,000 y 1:250,000 de la zona de estudio, auxiliándose de fotografías aéreas escala 1:20,000 para mayor detalle, geoposicionando cada uno de ellos con apoyo de un GPS.

De lo anterior se derivó la necesidad de usar una herramienta como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo cual permitió corroborar y analizar con mayor precisión la información obtenida en campo.

El software ArcView, es un SIG desarrollado para dar estructura y presentación a los datos espaciales y no espaciales, permitiendo examinar la base de datos creada, para su análisis e interpretación posterior.

### 4. MÉTODOS

La metodología del proyecto se subdividió en tres etapas fundamentales:

Diagnóstico Rural participativo (DRP)

El DRP se desarrolló mediante la ejecución del Taller de Evaluación Rural Participativa (TERP) de acuerdo con la metodología del Banco Mundial (WB), FAO, Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo (IIED) y Grupo de Estudios Ambientales (GEA, A.C.), adaptado por la SEMARNAP de acuerdo con la guía de Curiel y Espinosa (1997), como Talleres de planeación,

<sup>1</sup> Instituto de Maestría, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, CDMX, México, México.  
<sup>2</sup> Programa Investigador, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Huasteca, México, México.  
<sup>3</sup> Instituto de Maestría, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, CDMX, México, México.  
<sup>4</sup> Instituto de Maestría, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, CDMX, México, México.

manejo de recursos naturales y desarrollo sustentable.

Lo anterior se combinó con la metodología establecida por Jakas, Fish, Carr y Blahna (1998), correspondiente a las Comunidades Funcionales, lo cual permitió conocer la interacción del ejido con sus recursos naturales, en cuanto a su uso, área de influencia, generación de empleos, usos y costumbres, etc.

## 2. Evaluación del recurso

La superficie forestal con que cuenta el ejido es de 600 hectáreas, por lo que para realizar el inventario-diagnóstico de la vegetación, se aplicó la técnica de muestreo aleatorio (Cochran 1993 y Scheaffer, Mendenhall y Ott, 1993), calculando el tamaño de muestra correspondiente a 60 sitios de un decímetro de hectárea (1,000 m<sup>2</sup>). A los árboles de coníferas y hojosas se les tomó todas las medidas dasométricas, así como su estado sanitario y la presencia de algún otro daño natural o mecánico aparente (Caballero, 1976 y Rutz, 1982).

## 3. Análisis estadístico

El análisis estadístico de la información obtenida en campo y su posterior interpretación, se realizó mediante el paquete SAS (Statistical Analysis System) con que cuenta el Colegio de Postgraduados, así como del software Microsoft Excel.

## 5. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo se presentan de la manera siguiente:

Problemática existente en la comunidad desde el punto de vista social, cultural, productivo, económico y ecológico y las alternativas de solución propuestas por los mismos productores mediante el enfoque participativo, para integrarlas a la propuesta de manejo integral de sus recursos naturales.

Evaluación del recurso forestal, así como las medidas de mitigación ambiental.

Definición del uso actual y uso potencial de los recursos naturales dentro del ejido.

Descripción de las acciones a desarrollar sustentadas en la propuesta de manejo integral de los recursos naturales, definiendo las estrategias de protección, restauración y aprovechamiento.

## 6. DISCUSIÓN

El proceso de planeación y manejo sustentable de los recursos naturales mediante un enfoque participativo, permite conocer la relación e interdependencia de la comunidad con los

recursos existentes, lo cual permitirá tanto al responsable de la ejecución del programa como a la misma comunidad, combinar y complementar los conocimientos y la experiencia necesarios, para definir las estrategias y acciones que lleven a un aprovechamiento ordenado, reduciendo los impactos ambientales negativos, incrementando la productividad, y como consecuencia elevar los ingresos y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Esta política se está ejerciendo actualmente de manera puntual en algunos estados de nuestro país, como son Oaxaca, Guerrero y Michoacán, mediante el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de los Recursos Forestales en México (PROCYMAF), que desarrolla la CONAFOR; sin embargo es importante implementar metodologías como la propuesta en el presente trabajo, que permitan obtener información adecuada mediante un enfoque participativo para la resolución de la problemática existente y la toma de decisiones.

Asimismo, es necesario que esta iniciativa se extienda a otros lugares de la república como es la región Huasteca, ya que es indispensable se impulse la productividad y el combate a la pobreza, sobre todo en aquellas comunidades con alto grado de marginación como las existentes en la Microregión Xilitla del estado de San Luis Potosí.

## 7. CONCLUSIONES

Tradicionalmente el enfoque técnico-científico no evoluciona acorde con el aspecto social de las comunidades rurales, cuando el objetivo fundamental debería ser precisamente este, de ahí que se deriva a lo largo del tiempo una serie de fracasos en los proyectos de investigación y en la aplicación misma de una metodología para obtener "beneficios" sin considerar la opinión, la participación y el compromiso de las mismas comunidades. Es por ello, como una medida urgente, plantear la necesidad de aplicar metodologías como la descrita en el presente trabajo, con el propósito fundamental de corregir estas fallas ajenas, y permitir que el investigador y el técnico apliquen su conocimiento con la seguridad de obtener resultados positivos, considerando desde un inicio la participación de la comunidad involucrada. La aplicación directa de esta metodología se propone antes de iniciar programas de manejo forestal, aprovechamiento integral de recursos naturales, programas de mejoramiento genético, plantaciones comerciales, ordenamiento ecológico, áreas naturales protegidas, manejo de humedales, establecimiento de UMAS, proyectos ecoturísticos, impacto ambiental y obras o actividades que se realicen en comunidades rurales.

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE DE DATOS PARA EL PRODEPLAN

Edgar Arturo Sánchez Moreno, Manuel de Jesús González Guillén, David H. del Valle Paniagua, René Valdez Lazaide

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde 1997, existe una política de estímulo a las plantaciones forestales comerciales en México, misma que es llevada a cabo mediante el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), donde el esquema de financiamiento se da a través de subsidios directos para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones por un lapso de 7 años anteriormente a 2001 y por 5 años a partir del 2002 a la fecha, a través de tres aportaciones.

Hasta el 2002, el PRODEPLAN apoyaba a 759 proyectos de plantaciones forestales comerciales con diferentes objetivos (por ej., celulósicos, maderables y no maderables), distribuidas espacialmente en todo el país. De estos proyectos se cuenta con información ecológica, socioeconómica, silvícola y de manejo forestal, y cubren una superficie de 188,230 ha (CONAFOR, 2002).

El PRODEPLAN cuenta con un formato analógico para el registro de los proyectos de plantaciones, de la misma manera la información generada es almacenada en un medio electrónico para su posterior uso, por lo que carece de una base de datos que concentre las características de las plantaciones forestales comerciales, así como su localización espacial. Las características específicas de los proyectos en ejecución son prácticamente desconocidas tanto para los productores e industriales del ramo como del público interesado. Al respecto, se formuló y diseñó una base de datos relacional usando el Manejador de la Base de VISUAL BASIC; también se brindó un curso de capacitación a representantes de las gerencias regionales y centrales de CONAFOR; en donde se destacó la posible inclusión de la base de datos a un Sistema de Información Geográfica.

### 2. OBJETIVO

Presentar la estructura de la base de datos del Sistema de Información de Plantaciones (SIPLAN) que se implementará en la Gerencia Nacional del PRODEPLAN y en las Gerencias Regionales de la CONAFOR.

### 3. MATERIALES

Se utilizó un Sistema Manejador de Base de Datos (SMBD) de Microsoft Access 2002, Lenguaje Visual Basic (Lenguaje SQL (Structured Query Language)). Se usaron los expedientes de las plantaciones apoyadas por el PRODEPLAN de 1997 al 2002 y los formatos de solicitud de subsidios.

### 4. MÉTODOS

El presente trabajo se dividió en las fases siguientes:

#### 1. Adquisición y captura de información

Se identificó, recopiló y capturó información general ecológica, geográfica, silvícola y de manejo, dasométrica, financiera y socioeconómica que debería administrarse, para ello se emplearon los formatos de solicitud de subsidios al PRODEPLAN y los expedientes de las plantaciones apoyadas por el PRODEPLAN.

#### 2. Diseño e instrumentación de la respectiva Base de Datos

##### 2.1 Diseño del Modelo Relacional

Esta fase consistió en diseñar y modelar los diagramas de entidad-relación usando la metodología de Korth y Silberschatz (1995), de la misma manera se obtuvo el diagrama de flujo de datos.

##### 2.2 Paso del Modelo Relacional a Tablas

Una vez identificadas las entidades y las relaciones existentes entre ellas, se diseñaron los catálogos y las tablas principales y tablas relacionales.

##### 2.3 Normalización de la Base de Datos

Con el objetivo de evitar redundancia e inconsistencia de datos, se procedió a normalizar las tablas, utilizando la primera forma normal.

##### 2.4 Instrumentación de la Base de Datos en el Manejador Inter Base

Se realizó el montaje de las tablas en el motor de la base de datos de la aplicación Interbase de Access y se definieron las llaves principales, los índices secundarios, las restricciones de integridad, así como las relaciones entre tablas.

<sup>1</sup> Estudiante de Maestría, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados (esanchez@colpos.mx).

<sup>2</sup> Profesores Investigadores del Programa Forestal y Cómputo aplicado, respectivamente, Colegio de Postgraduados (manuegg@colpos.mx, dhvallep@colpos.mx, valdez@colpos.mx).

Estas fueron almacenadas en formato de Access. Finalmente se capturó el contenido de las tablas solamente para 34 proyectos de plantaciones localizadas en Oaxaca y Guerrero, aunque la tabla de información general cuenta con información de los 768 proyectos.

#### 2.5 Diseño e instrumentación de la interfase del usuario

Para facilitar la comunicación entre el motor de la base de datos y el usuario, se procedió a instrumentar dicha interfase usando el editor de Visual Basic. La interfase se modeló e instrumentó utilizando el Lenguaje Visual Basic. Las consultas a la Base de datos se dividieron principalmente en "Altas, Bajas y Cambios", realizadas mediante instrucciones estándares del lenguaje SQL.

2.5 pruebas, capacitación y retroalimentación. Se realizaron pruebas con un conjunto de datos reales, se dio capacitación a representantes de las gerencias regionales y centrales de CONAFOR dando oportunidad a la retroalimentación para mejorar la BD.

#### 5. RESULTADOS

La base de datos del SIPLAN es un sistema que puede ser ejecutado en Windows 98 o superior, en 32 bits; y está integrada por 1 tabla principal, 9 catálogos y 26 tablas relacionales.

La comunicación entre el usuario y el sistema se logra a través de una interfase parcialmente gráfica, para facilitar el flujo de información del y hacia el usuario. Se tiene una pantalla principal donde el usuario puede seleccionar la opción deseada. Estas son: consulta y captura.

Para Consulta se tienen dos opciones: Asignaciones y otras consultas. Cada opción tiene una instrucción denominada informe que permite ver o imprimir informes de los registros de plantaciones tales como: Plantaciones por asignación, calendario de plantación por proyecto, datos desométricos por especie y proyecto, asignación de subsidios por región administrativa de la CONAFOR, apoyo por tipo de propiedad, entre otras.

La opción Captura permite ingresar información de un nuevo proyecto de plantación y/o información de seguimiento de los proyectos en marcha. Se tienen 4 opciones dentro de captura, estas son: Avances de plantación, calendario, proyectos por región e información general.

Fuera del menú principal (por ej., usando las funciones del SMBD de Access), se pueden obtener otras consultas tales como: Información financiera, económica, silvícola y social de los proyectos; programa de cortas, control y seguimiento de pagos y avances de plantación y de verificación, entre otras.

Para el respaldo de la base de datos, esta se hace directamente en la unidad C de la PC.

#### 5. DISCUSION

Aunque la política actual de subsidios del PRODEPLAN considera viable otorgar apoyo a programas de manejo requeridos para el establecimiento, y en consecuencia aprovechamiento de las plantaciones, en el diseño de la base de datos no se incluye el padrón de beneficiarios de programas de manejo. Tampoco incluye los formatos de solicitudes para participar en el PRODEPLAN, ni la lista o padrón de proyectos rechazados. Por ausencia de información geográfica de los proyectos de plantaciones, no se instrumentó la base de datos completa en un Sistema de Información Geográfica. Sin embargo, se cuenta con datos georeferenciados para 14 predios de plantaciones de un proyecto de plantación en marcha en el estado de Oaxaca.

#### 7. CONCLUSIONES

La base de datos permitirá a la Gerencia Nacional del PRODEPLAN conjuntamente con las Gerencias Regionales manejar la información generada de las plantaciones incluyendo el seguimiento de pagos y avances de éstas.

Se recomienda la integración de información georeferenciada al SIPLAN lo que a futuro permitirá conocer la dinámica de manejo de las plantaciones y ofrecer información para el análisis económico de la actividad forestal, así como para la generación de políticas de manejo forestal en plantaciones a diferentes escalas espacio temporales.

#### 8. LITERATURA CITADA

Korth H. F. y Silberschatz. 1995. Fundamentos de base de Datos. McGraw-Hill. México. 739 p.

## EL ENFOQUE DE CADENAS PRODUCTIVAS PARA EVALUAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR FORESTAL

Quintanar Olguin, Juan  
Campo Experimental San Martinito, CIRCE-INIFAP  
cesmar@compu-redes.naf.mx

### INTRODUCCIÓN

La globalización e integración comercial imponen a las empresas de todo el mundo la necesidad de estandarizar los procesos productivos, generando competitividad entre las áreas productivas.

Esta situación, hace necesario el diseño de una metodología que permita identificar en forma adecuada los diferentes actores que interactúan desde la posesión de los bosques, el aprovechamiento y el manejo hasta la distribución de productos forestales terminados y el consumo.

### OBJETIVO

Desarrollar una metodología con enfoque de cadenas productivas para determinar la competitividad del sector forestal.

### METODO

La metodología de cadenas productivas, inicia con la identificación de la problemática general y específica que afecta al sector forestal a nivel nacional o regional, respecto de: a) el mercado consumidor, b) la red de distribución, c) la industria de procesamiento y transformación, d) las unidades de producción forestal, e) los proveedores de insumos y servicios (Castro y Valle, 2002). Esto enmarcado en un ambiente institucional (leyes, normas, instituciones) y un ambiente organizacional (gobierno, políticas

sectoriales, crédito, investigación y transferencia de tecnología).

### RESULTADOS

La identificación de los componentes de la cadena y su estructura, se realiza mediante la enumeración y caracterización técnica y económica de los actores de las actividades básicas (producción forestal, transformación, comercialización, consumo) y de las actividades de apoyo (provisión de insumos, equipos y servicios) (PROPICE, S/a.).

Con los resultados, se analizan las características y la situación que guarda cada grupo homogéneo de actores productivos dentro de cada uno de los diferentes eslabones (Ghezan y Brieva, 1998). Posteriormente, se realiza un análisis semejante entre los diferentes eslabones, para que las propuestas generadas sean articuladas e integrales. Esta integración debe mostrar el estado actual de la cadena productiva, con sus factores críticos, sus actividades "cuello de botella", su ventaja comparativa, así como, su desempeño y contribución socio-económica, tanto a nivel regional como nacional.

Estos elementos permiten por una parte, desarrollar estrategias de posicionamiento competitivo de los productos forestales, tanto en el mercado nacional como en el internacional y por otra, desarrollar esfuerzos de asociatividad competitiva para propiciar el desarrollo económico, social y sustentable a través de la

activación y fortalecimiento de estas actividades económicas, en un marco de respeto de los recursos naturales.

#### CONCLUSIONES

Con estudios de la integración de cadenas productivas, se pretende determinar su competitividad mediante la medición de los factores críticos.

Dado que las zonas forestales, por naturaleza son áreas compactas de producción forestal, al integrarse en cadenas productivas existe la posibilidad de conformarse como "cluster o distrito industrial", para competir e incidir en las decisiones de mercado nacional de productos forestales.

#### BIBLIOGRAFÍA

Castro, A.M. G. y S. M. Valle L. 2002. análisis prospectivo de cadenas productivas agropecuarias. Taller de cadenas productivas. INIFAP. México, D.F. Julio, 2002.

Ghezan, G. y S. Brieva. 1998. La planificación bajo el enfoque de cadenas agroalimentarias / agroindustriales - guía operativa. INTA-Dirección nacional asistente de planificación. Buenos Aires. Argentina. 33 p.

López-Cerdán, R. C. 2000. Distritos Industriales. Ponencia presentada en el Foro Internacional Clusters y competitividad. Marzo 8. Cali, Colombia.

PROPICE. S/a. Fomento a la integración de cadenas productivas. [www.spice.gob.mx/propice.cadena.htm](http://www.spice.gob.mx/propice.cadena.htm).

#### Planeación forestal: análisis de las actividades forestales de Durango y Sinaloa en el contexto internacional.

Francisco Javier Compeán Guzmán  
INIFAP-Durango [fjcom@yahoo.com](mailto:fjcom@yahoo.com)

**Introducción:** La evolución del comercio en México puede ser analizada en tres etapas: I) Antes de 1930 con la aplicación del Modelo Primario Exportador. II) El Modelo de Sustitución de exportaciones, vigente entre 1950 y 1986; y III) La apertura comercial que inicia con la vinculación de la economía mexicana al Acuerdo General de Aranceles aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés).

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN, NAFTA por sus siglas en inglés), en el que se consolidó la asociación comercial con Estados Unidos y Canadá para conformar el mayor bloque económico que competiría con la Unión Europea y con "Los Tigres Asiáticos". Después de TLCAN, se iniciaron las negociaciones con otros países, lo que le ha valido a México ser de los países comercialmente orientados al exterior.

Con la liberalización comercial, el Sector Forestal, al concluir el período de desgravación del TLCAN (en el año 2004), pocos giros industriales del sector forestal podrán permanecer en el mercado con todas las implicaciones que eso conlleva. Hay otros Tratados Comerciales que han sido signados con diferentes países y Bloques Económicos que tienen mayores ventajas comparativas y competitivas en productos a base de madera que agravaran más la situación (por ejemplo el TLC entre la República de Chile y los Estados Unidos Mexicanos).

**Objetivo:** Analizar la cadena productiva forestal desde el bosque hasta el consumidor del contexto internacional de las actividades forestales en los estados de Durango y Sinaloa (Región III del CONAFOR). Incluir los aspectos inherentes al recurso, a la industria y al comercio forestal. Proyectar los resultados para contribuir en la planeación a corto mediano y largo plazo.

**Materiales y Métodos:** Para la realización de este estudio se utilizó el método de análisis y síntesis. Los argumentos fueron sustentados con la aplicación de ciencias como la economía internacional (comercio y finanzas internacionales), las ciencias forestales y la sociología. Fueron utilizadas y correlacionadas las bases de datos oficiales y las experiencias de otros países para la obtención de conclusiones y resultados.

**Resultados:** a) Se tiene una desventaja comparativa y competitiva en el sector forestal en la cadena productiva que incluye los aspectos de recursos naturales (cantidad y calidad), industria (productividad y competitividad) y comercio (capacidad de negociación y de presencia en los paneles para protegerse del comercio desleal. b) El TLCAN es una potencia en la producción de todos los productos forestales principalmente papel y otras fibras celulósicas que representan el 90% de las importaciones. c) En madera aserrada de pino, la República de Chile, tiene ventaja comparativa y.

comercialmente afecta a México en dos aspectos: 1) invadiendo con producto más barato, inclusive en territorio duranguense, de Chihuahua y de Sinaloa; los dos primeros siendo los principales productores y exportadores de madera aserrada; y 2) En tableros, algunos países asiáticos, especialmente Malasia e Indonesia han sido los responsables de la quiebra de más del 50% de las plantas instaladas en Durango.

Discusión: a) La estructura productiva (proporción de los bienes producidos) es una función del grado de desarrollo industrial y social de una región con vocación forestal arbolada en la región estudiada el grado de desarrollo es de los más pobres del país. b) Existe una relación directa entre el nivel de desarrollo social y los niveles de producción y/o consumo de productos a base de madera. En una región con vocación forestal arbolada la producción de los bienes (o la no producción de los mismos) y la proporción en que se producen, deja entrever lo siguiente: 1) Su estructura productiva. 2) Su grado de integración industrial y el aprovechamiento de las economías de escala. 3) El nivel de capacitación de la fuerza de trabajo, su nivel de vida; y 4) Con ciertas limitantes, se puede medir el sentimiento ecológico de la población y el grado de conservación de sus recursos naturales. Por lo tanto, México, y la región bajo estudio muestra un nivel de desarrollo inferior al de los socios comerciales con los que tiene que competir.

Conclusiones: a) El sector Forestal es otro de los perdedores con la liberalización comercial de México. b) Se ha tenido una actividad forestal ineficiente debido a los efectos de factores complejos como "el modelo de

desarrollo basado en la sustitución de importaciones". c) La planeación para revertir los efectos de la apertura comercial ha sido muy limitada y poco efectiva. d) Solo se visualiza un aspecto "positivo", muchas áreas con algún nivel de deterioro ambiental serán excluidas del aprovechamiento y se podrán mitigar y revertir algunas áreas impactadas. Pero el costo social aun no ha sido evaluado.

## PRINCIPALES CAUSAS SOCIALES DE LA DEFORESTACION EN MEXICO

HORACIO VILLALÓN MENDOZA  
ANA LUCIA ESTRADA SALVADOR

Fac. Ciencias Forestales, U. A. N. L., [hvillalonm@yahoo.com.mx](mailto:hvillalonm@yahoo.com.mx)

### INTRODUCCION

México ocupa un lugar privilegiado en el mundo por la diversidad de sus bosques naturales. Los bosques y selvas brindan una infinidad de servicios ambientales, desde la regulación del ciclo hidrológico y el microclima hasta fenómenos globales como la biodiversidad y la captura de carbono. Los bosques son también una importante fuente de ingresos y de materias primas para los pobladores rurales de México al igual que para un número amplio de pequeñas empresas y grandes industrias forestales.

A pesar de este enorme acervo, históricamente el desarrollo económico en nuestro país se ha dado a costa de y no en armonía con sus recursos forestales. Hemos tenido el triste privilegio de estar entre el grupo de países con las tasas de deforestación más altas del planeta. Actualmente sólo nos queda alrededor del 10% de la superficie original de selvas altas y cerca de la mitad de la superficie de bosques templados.

### Deforestación...

La deforestación es el producto de la interacción de numerosas fuerzas ecológicas, sociales, económicas, culturales y políticas en una región dada. La combinación de estas fuerzas varía según las décadas y los países, por lo que las generalizaciones son peligrosas. En la mayoría de los casos, la deforestación es un proceso que involucra la competencia entre diferentes usuarios de la tierra por los escasos recursos disponibles, un proceso exacerbado por políticas contraproducentes e instituciones débiles.

El proceso de deforestación tuvo un pico importante en el periodo comprendido entre el final del siglo diecinueve y principios del veinte. Durante este periodo el gobierno de México otorgó concesiones a compañías extranjeras para que explotaran enormes superficies boscosas. Estas compañías cortaban a mala raza el recurso, moviéndose por las áreas concesionadas a medida que agotaban la madera de los bosques (González, 1992).

El impulso final y el más dramático al proceso de deforestación y degradación forestales se inició en los años cuarenta y tuvo su apogeo en las décadas de 1960 y 1970. En este caso, las selvas fueron las más afectadas. La tala de las

selvas fue resultado de varios procesos. Por una parte, se instauraron extensos programas de colonización, utilizando a las selvas como un medio para evitar la distribución de la tierra en las áreas agrícolas existentes (Paz, 1995).

### OBJETIVO

Determinar la importancia de los factores sociales en la problemática de deforestación en el país resaltando la importancia de ser considerados en los programas de reforestación, en la elaboración de modelos para la prevención de incendios, programas de desarrollo forestal y de cultura forestal.

### ANTECEDENTES

México ocupa el segundo lugar mundial en pérdida de bosques y selvas.

El 3 de diciembre de 2001, el titular de la SEMARNAT, Víctor Litchinger, dio a conocer el Inventario Forestal del cual se extraen las cifras de deforestación del país: durante los últimos siete años, la tasa anual de deforestación creció a 1.1 millones de hectáreas. Prácticamente se duplicó el índice anterior de 600 mil hectáreas anuales. Esto coloca a México en el segundo lugar mundial en pérdida de bosques y selvas, después de Brasil.



[http://www.semarnat.gob.mx/bosque-agua/mapa\\_deforestacion.shtml](http://www.semarnat.gob.mx/bosque-agua/mapa_deforestacion.shtml)  
+ 1993 y 2000 se perdieron en total 7,8 millones de hectáreas.

Campeche perdió el 100% de sus bosques (200 mil hectáreas).

Tabasco el 58%,  
Chihuahua el 7% (576 mil hectáreas)  
Yucatán el 35% (272 mil hectáreas)  
Querétaro el 30% (44 mil hectáreas)  
Veracruz el 22% (270 mil hectáreas)

#### METODOLOGÍA

Se realizó un análisis exhaustivo de la problemática, investigando diferentes fuentes de información dispersas, realizando una síntesis sobre la problemática de deforestación viéndola desde el factor social y las interacciones con las causas económicas y ecológicas.

Análisis de los grupos sociales que participan en la deforestación de los bosques tropicales.

#### 1. Por cambio de uso de suelo...

##### Causas primarias

Los agricultores que practican roza y quema.

Descombran el bosque para sembrar cultivos de subsistencia y otros cultivos para la venta. Talan los bosques para plantar cultivos comerciales, a veces desplazan a los agricultores de roza y quema, que se trasladan a su vez a los bosques.

Los ganaderos que talan los bosques para sembrar nuevos pastizales.

Talan los bosques para sembrar pastos, a veces desplazan a los agricultores de roza y quema, que se trasladan a su vez a los bosques.

Los agricultores comerciales que establecen plantaciones agrícolas comerciales.

Aclaran barbechos boscosos y bosques previamente talados para establecer plantaciones para proveer fibra a la industria de pulpa y papel.

Las principales causas de la desaparición de bosques son atribuidas al incremento de la superficie destinada a uso agropecuario.

##### Causas secundarias

Explosión demográfica.

La cantidad de habitantes aumenta a un ritmo de 1.000 millones de nuevos individuos por década. En la última mitad del siglo veinte, la cantidad de habitantes del planeta se habrá más que duplicado, pasando de 2.500 millones a 5.000 millones de personas (WRI, 1994).

Los habitantes de las áreas rurales de bajos recursos económicos tienen muy pocas opciones. Escasas son las posibilidades de empleo no agrícola, tanto en los centros urbanos como en las áreas rurales. En algunos casos, la gente emigra de las regiones excesivamente pobladas y en depresión económica a la frontera

forestal, en busca de una vida más próspera y segura. Con pocas alternativas disponibles, los pobres de las zonas rurales consideran los bosques como la solución a corto plazo de sus problemas económicos.

Los planificadores de infraestructura.

Los caminos y carreteras construidos a través de áreas forestales dan acceso a otros usuarios de la tierra: las represas hidroeléctricas ocasionan inundaciones.

Los industriales mineros y petroleros.

Los caminos y las líneas sísmicas proporcionan acceso al bosque a otros usuarios de la tierra; sus operaciones incluyen la deforestación localizada.

#### 2. Incendios

1980 - 1987 han ocurrido 6, 837 incendios han afectado una superficie de 223, 114 ha.

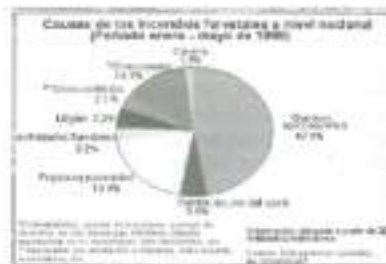
Quemas agropecuarias 47.1%

Fogatas y paseantes 18.9%

Actividades forestales 3.2%

De acuerdo con SEMARNAP (1999), las principales causas de los incendios forestales son:

Las actividades humanas no intencionales con un 85.3%; donde las agropecuarias contribuyen con el 51.8%, actividades humanas intencionales 8.1% y otras el 5.6%.



#### 3. Por Tala Clandestina...

Los recolectores de leña.

La intensificación en la recolección de leña puede conducir a la deforestación.

Los dueños de plantaciones forestales.

Aclaran barbechos boscosos y bosques previamente talados para establecer plantaciones para proveer fibra a la industria de pulpa y papel.

Los madereros.

Cortan árboles maderables comerciales: los caminos que abren los madereros permiten el acceso a otros usuarios de la tierra.

#### 4. Cuestiones políticas...

Los programas de ajuste estructural han fomentado la expansión de cultivos de exportación para la obtención de divisas extranjeras, que a su vez han incitado la liquidación del capital forestal, ya sea acelerando la tala de árboles maderables o convirtiendo áreas forestales a uso agrícola.

La expansión de los cultivos agrícolas comerciales significa que los bosques se talan directamente para dar lugar a dichos cultivos o que se desplaza para ello a los agricultores de subsistencia, forzándolos a relocalizarse en los bosques, donde practican la agricultura de roza y quema.

#### CONCLUSIONES

La velocidad de deforestación en el país es alarmante, no es ninguna nueva, pero es tiempo de tomar acciones certeras que estén planeadas a largo plazo sin tener como centro de gravedad las metas y objetivos gubernamentales de cada tres años (municipalidad) o sexenales (en estados y federación).

Los factores sociales son deben de ser fuertemente considerados por las instancias de gobierno al momento de generar las leyes que regulen la conservación, uso y manejo de los recursos naturales.

La educación en los actores del medio forestal es básica en el fomento de una cultura forestal para vivir con la naturaleza y no contra ella, para que la conservación de los recursos forestales sea tarea de todos los sectores de la sociedad y no solamente del sector gubernamental.

#### BIBLIOGRAFÍA.

Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales  
Fuente: Boletín Nº 54 del WRM, enero de 2002  
Maldonado 1858  
11200 Montevideo - Uruguay  
tel: 598 2 413 2989 / fax: 598 2 418 0762  
wm@wrm.org.uy

[http://www.rcs-clan.org/spanish/s\\_issues.12-5.html](http://www.rcs-clan.org/spanish/s_issues.12-5.html)

<http://www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/deforestacionmexico.html#inicio>

## PROPUESTA DE LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE PLANES DE GESTIÓN FORESTAL EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE MÉXICO

P. en M.E.U.R. Juan Roberto Calderón Maya

Profesor de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, Mariano Matamoros Sur sin casil Esq. Paseo Toluca, Col. Universidad Toluca, México. C.P. 50130. Teléfonos: 01 (722) 2 19 46 13, 2 12 19 38 y 2 12 92 46. Correo electrónico: jrcm\_gem@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica del Estado de México (sobre el Eje Neovolcánico Transversal), propicia la existencia de una gran diversidad y variedad de recursos naturales, entre ellos los forestales. De acuerdo a información de la Secretaría de Ecología del Gobierno Estatal, el Estado de México cuenta con 609,000 Has. arboladas, 560,000 Has. de bosques característicos de clima templado frío y 49,000 Has. de matorral, chaparral y selva baja caducifolia. La mayor concentración y diversidad forestal se encuentra en el interior de la cuenca del Río Balsas y en los principales sistemas montañosos, al norte de la entidad (Sierras de Monte Alto y Monte Bajo, de las Cruces, del Ajusco, de Río Frío y Nevada; en menor proporción en la Sierra de San Andrés, Mesa de los Pinos y la Sierra de Carimangacho).

En la entidad se localizan 10 Parques Nacionales (98,692.00 Has.); 24 Parques Estatales (282,059 Has.); 5 Parques Municipales (193.72 Has.) y 11 Reservas Ecológicas (100,866.71 Has), así como 10 Parques sin decreto (679 Has.).

### OBJETIVOS

El objetivo general de la presente investigación, es presentar algunas reflexiones sobre el gestión de los recursos forestales en las Áreas Naturales Protegidas (ANP), los planes de gestión, las necesidades de información para planificar la gestión. Se da énfasis al gestión forestal para fines de producción en bosques naturales y en los aspectos de información e investigaciones requeridas para establecer los lineamientos básicos para el diseño en los planes de gestión forestal en ANP del Estado de México.

### MATERIALES

Los materiales (herramientas) de investigación utilizados fueron básicamente fuentes de información documental (estadísticas, cartográficas), así como recorrido de campo en algunas ANP del Estado de México.

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se obtuvo que la problemática en torno a la inadecuada gestión de las ANP en el Estado de México, se relaciona con deficiencias de carácter administrativo y técnico.

Con relación a la definición de los lineamientos básicos para el diseño de planes de gestión forestal en ANP del Estado de México, se optó por no incluir sino los aspectos técnico-operacionales de la gestión. El plan de gestión deberá promover la investigación paralela al desarrollo de las actividades forestales. A mayor la escala, intensidad e impacto de la gestión, mayor será el esfuerzo de investigación requerido para mejorar el manejo y evitar daños y externalidades negativas. Como parte del proceso de gestión forestal, se pueden identificar básicamente los siguientes lineamientos generales:

Asegurar la sostenibilidad de la gestión forestal a largo plazo. Por ejemplo: monitoreo de la regeneración natural, medición y pronóstico de tasas de crecimiento y productividad, monitoreo de la eficiencia de las operaciones.

Mejorar la eficiencia o la productividad de las operaciones de la gestión forestal. Por ejemplo: investigaciones o ensayos a escala piloto sobre tratamientos de silvicultura (plantación de enriquecimiento), aprovechamiento (técnicas de bajo impacto,

técnicas de reducción de pérdidas de madera), transporte, procesamiento y comercialización de productos.

Predecir y mitigar los impactos de las operaciones de manejo. Por ejemplo: estudios sobre el efecto de medidas de ingeniería de caminos para controlar la erosión del suelo, efectos del aprovechamiento y la silvicultura sobre la biodiversidad, incidencia de fuegos, etc.



### CONCLUSIONES

Los programas de gestión forestal son importantes para lograr que las ANP sean autofinanciables tanto administrativamente como técnicamente. En el Estado son pocas las ANP que cuentan con un plan de gestión aprobado. Por otro lado, falta realizar estudios sobre biodiversidad, cobertura y aspectos sociales. Sería de gran utilidad para la toma de decisiones en la operación y manejo de estas áreas, el crear una base de datos cuantitativa y cualitativa de los recursos forestales (especies con status) existentes en cada área, del uso actual del suelo y de la problemática real de cada una de ellas.

La deforestación y tala clandestina presente en la mayoría de las ANP (Izta-Popo, Nevado de Toluca, Cerro Gordo, Lagunas de Zempoala, Santuario de la Mariposa Monarca, Molino de las Flores, Zoquiapan y Anexas) han provocado el cambio del uso del suelo para el desarrollo de la agricultura (maíz principalmente), actividad que ha venido ganándole terreno a los bosques en lugares con pendiente pronunciada muy susceptibles a la erosión.

La improductividad y consecuente abandono de las tierras dedicadas a la agricultura dentro de las áreas protegidas, ha provocado importantes áreas expuestas a la erosión. Las actividades de reforestación son incipientes, ya que no se cuenta con un seguimiento y cuidado de las especies plantadas. La invasión de las áreas protegidas por asentamientos irregulares (sierra de Guadalupe, sierra de Tepetztlán, sierra Hermosa, Izta-Popo) es uno de los conflictos más significativos en la entidad.

## SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DE ESPECIES MADERABLES MEXICANAS

Carlos Castillo Cabrera<sup>1</sup>, J. Amador Honorato Salazar<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

<sup>2</sup> Investigador, INIFAP, C. E. San Martínito, km 56.5 Carr. Fed. Méx-Pue, c.e. amadorh@computex.com.mx

### INTRODUCCION

México cuenta con una superficie arbolada de 38 millones de hectáreas (1), compuesta principalmente de bosques y selvas, en donde se encuentran una gran cantidad de especies maderables con un potencial alto para la producción de productos y obtención de servicios. La gran diversidad de especies forestales ha permitido que en la actualidad se desconozcan muchas de sus características y propiedades tecnológicas de gran parte de las especies. Por ello Instituciones de investigación y de educación superior, han hecho estudios de caracterización tecnológica, pero la mayor parte de la información está dispersa, no esta accesible, ordenada o sistematizada.

Algunos países como Canadá, Japón, Finlandia y Gran Bretaña, han mejorado su eficiencia industrial forestal a través del desarrollo de sistemas expertos, mejorando no tan solo el aprovechamiento de sus especies maderables, si no también el manejo integral de sus recursos forestales y el aumento de la sustentabilidad de los mismos (2).

Los sistemas expertos pueden aplicarse en todos los aspectos forestales de México, pero principalmente para que sean parte esencial de la industria y manejo integral forestal, que conduzcan a metas específicas y al uso óptimo de distintas especies maderables.

Para lograr lo anterior se requiere diseñar sistemas de información que permitan concentrar y procesar la información de interés y que sea parte fundamental del sistema experto.

Así pues, dada la gran cantidad de información dispersa que existe sobre las características tecnológicas de las especies maderables mexicanas, se diseñó y desarrolló un sistema de información y una base de datos, con una estructura flexible que permite no solamente recopilar las características tecnológicas generales y específicas, sino también realizar modificaciones sin problemas.

### MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo y diseño del sistema de información de maderas mexicanas (SIMM) se utilizaron: una computadora personal con 1 Ghz, 128 Mb RAM, 30 Gb DD, Scanner HP 3000, sistema operativo Windows 98 SE, Microsoft Office 2000 y Visual Basic 6.0 profesional

El diseño del SIMM se llevo a cabo en 5 fases: 1) detección del problema y factibilidad, 2) análisis, 3) diseño, 4) construcción y 5) implementación y pruebas. En la base de datos (BD) se consideraron metodologías incluidas tanto en el desarrollo del sistema tradicional, como del sistema prototipo y análisis y diseño estructurado.

Para la estructuración de la BD se consideraron las características

botánicas generales de especies, características anatómicas macroscópicas y microscópicas, propiedades físicas, mecánicas y químicas, resistencia y durabilidad natural, aserrio, secado, maquinado, preservación, intemperismo, pegado, acabado y usos.

En el diseño se crearon jerarquías de módulos de programas e interfaces entre ellas a través de un modelo entidad-relación para modelar la realidad. El desarrollo del software, se estableció tomando los procedimientos derivados de la estructura de datos y la construcción se realizó en Access 2000. Asimismo, los programas que permiten actualizar la información del SIMM fueron elaborados en un lenguaje de cuarta generación con interfase gráfica.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El SIMM consta de 5 secciones principales: catálogos, actualización de especies, reportes, programa de identificación taxonómica y programa de secado de maderas.

La interfase "catálogos" está constituida por 19 formularios que permiten capturar la información a las tablas de la BD, así como también agregar, borrar, cambiar, buscar, ordenar e imprimir la información sobre aspectos botánicos y de tecnología de la madera. En la parte de "actualización de especies" se permite consultar la información existente, agregar, cambiar o actualizar información. Para generar un archivo de salida con la información contenida en la interfase de "catálogos" se recurre a la interfase "reportes". En la interfase de "secado" es posible obtener programas de secado para diferentes maderas, ya sea conociendo su densidad básica o la clave del programa recomendado.

Finalmente, la interfase de "taxonomía" permite auxiliar en la identificación botánica de las especies.

Otra interfase dentro del SIMM es la del control de imágenes que permite capturarlas en un formato "GIF" o "JPG" y relacionarlas con las características de las especies. Adicionalmente, la mayoría de las interfaces de usuarios cuentan con un botón de ayuda que proporciona información asignada a cada uno de los módulos.

### CONCLUSIONES

El sistema de información desarrollado es capaz de administrar información técnica de las especies maderables del país y manejar imágenes

El SIMM puede ser instalado en diferentes versiones de la plataforma de Windows, así como un mínimo de hardware.

Se pueden agregar archivos de ayuda en formatos HTML tan grandes y completos como se requiera sin que se afecte la base de datos, ya que su almacenamiento es fuera de base de datos.

### LITERATURA CITADA

1. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1994. Inventario nacional periódico 1992-1994. SARH. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México, D. F. 112 p.
2. Kourtz, P. 1990. Artificial Intelligence: a new tool for forest management. *Can. J. For. Res.* 20: 428-437.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMIA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

## CONTRIBUCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN AL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE: CASO MÉXICO

Juan Carlos Tamarit-Urías

Investigador del INIFAP CIR-Centro, Campo Experimental San Martinito, Km 56.5 Carretera Federal México-Puebla, C.P. 74100 Tlahuapán, Pue.  
E-mail: cesmar@compu-redes.net.mx

### INTRODUCCIÓN.

El nuevo enfoque de Manejo Forestal Sustentable (MFS), integra aspectos ambientales, sociales y económicos, cuyo proceso tiende a alcanzar una productividad óptima y sostenida de los recursos forestales, garantizando el equilibrio, integridad y la capacidad de los ecosistemas forestales para generar productos, bienes y servicios; lográndose así la protección, conservación y desarrollo del capital natural y el futuro de las próximas generaciones (PEF, 2001). Una de las estrategias recientes para atender la problemática de degradación y deforestación de los bosques es la certificación forestal (Rametsteiner, 2001), misma que mantiene y se basa en principios similares a los del MFS.

### OBJETIVO.

Analizar y evaluar el efecto que mantiene la certificación sobre el manejo forestal sustentable en México.

### MATERIALES Y MÉTODOS.

Mediante una rigurosa investigación documental y revisión de literatura especializada sobre el tema de certificación y el MFS en México y en particular sobre estudios de caso e informes de certificación realizados por el programa Smart Wood de la Rainforest Alliance a través del Consejo de Administración Forestal (Forest Stewardship Council o FSC) que es el esquema de certificación de desempeño único en México, se analizó y evaluó el efecto de la certificación en el MFS.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Debido a que en México, cerca del 80% de la superficie forestal es de régimen comunal y ejidal (Markopoulos, 1999), la mayoría son núcleos agrarios de subsistencia que después de un proceso de concesiones a empresas particulares, tomaron posesión de bosques empobrecidos y degradados, situación que complica y eleva los costos para alcanzar en MFS mediante la certificación ya que de acuerdo con Simula (2001), tales costos están en función de la superficie, tipo de bosque y de la diferencia entre el estándar a ser utilizado y el estado actual de manejo (Figura 1), del mismo modo debido a que los costos de producción son elevados y la calidad del producto (madera aserrada) es baja, son elementos que constituyen una desventaja competitiva ante una economía de mercado abierta.

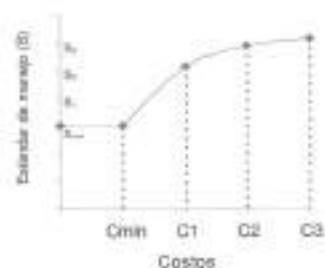


Figura 1. Costos de la certificación forestal.

Es necesario ampliar y diversificar el uso y los beneficios tangibles e intangibles que los bosques

proporcionan, tales como captura de carbono, ecoturismo, captación de agua, productos forestales no maderables, etc., mismos que deberán enmarcarse bajo un esquema especial de certificación adicional al de la madera que bien puede ser en forma de un paquete de servicios ambientales incluidos como productos para el mercado nacional e internacional, en caso contrario se estará subestimando el valor real de los bosques y como consecuencia, seguirán siendo destruidos, aprovechados ilegalmente o convertidos a otros usos del suelo.

La mayoría de los bosques comunales o ejidales certificados se ha logrado mediante el apoyo de cooperación internacional, situación que a largo plazo se vislumbra como poco factible de seguirse manteniendo, ya que tales certificaciones han sido otorgadas bajo un alto número de condicionantes, observaciones y recomendaciones. Del mismo modo, los beneficios sobre todo de incremento en el precio y apertura del mercado internacional, aún son poco claros e inciertos (Robinson, 2000), manteniéndose solo como una posibilidad o expectativa potencial a mediano o largo plazo, por lo que se mantiene la posibilidad de que se pierda interés por certificarse.

Toda vez que la certificación es un mecanismo de mercado que se comporta como un costo fijo, no es posible aplicarse a bosques altamente degradados, esto es debido a que la rentabilidad en este tipo de bosques es baja y se dificulta el acceso al mercado; bajo esta circunstancia, la certificación solo contribuye al MFS de bosques productivos y de plantaciones comerciales. La superficie certificada en México es de 551,185 ha que representa solo el 6.4% de los bosques bajo manejo y el 2.5% de la superficie con potencial para la producción

comercial maderable. El mercado de madera certificada es marginal ya que el volumen que se comercializa es inferior al 5% de la producción total nacional, aun cuando la demanda aumenta por parte de países ambientalmente conscientes, la oferta es baja y limitada con inconsistencia en la calidad y deficiente flujo industrial.

#### CONCLUSIONES.

La contribución de la certificación al MFS en México es mínima y representa solo el 6.4% de la superficie bajo manejo; debido a que los costos por certificarse son altos, mínimos los beneficios económicos al igual que las ventajas comparativas, se prevé que el interés por certificarse disminuya.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA.

- Markopoulos M. D. 1999. Community forest enterprise and certification in Mexico: A review of experience with special reference to the union of Zapotec and Chinantec forestry communities (UZACHI), Oaxaca. Oxford Forestry Institute, Oxford, United Kingdom. 67 p.
- Rametsteiner E. 2001. Pasado, presente y futuro: certificación forestal. *Ambiente y Desarrollo* XVII(1):30-40.
- Robinson D. 2000. Certification in communally managed forests - Perspectives from Mexico. *Forests, Trees and People Newsletter* No. 43. Uppsala, Sweden. pp: 28-31.
- Plan Estratégico Forestal para México 2025 (PEF). 2001. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional Forestal. 136 p.
- Simula M. 2001. Comercio y medio ambiente en la producción forestal. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Desarrollo Sostenible. División de Medio Ambiente. Washington, D.C. 38 p.

## DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA SELECCIONAR PREDIOS FACTIBLES AL PROCESO DE CERTIFICACIÓN FORESTAL

Manuel Alejandro Solís Frías<sup>1</sup>, Carmelo Pinedo Álvarez<sup>2</sup>, Juan Manuel Chacón Sotelo<sup>3</sup>

- 1 I.E., Estudiante del programa de Maestría, Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. carlup2mil@yahoo.com.mx
- 2 Ph.D., Profesor-Investigador del Dpto. Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. cpinedo@uach.mx
- 3 M.C., Estudiante del Programa Doctoral, Dpto. Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. p26303@uach.mx

#### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** Hoy en día, se han perdido gran parte de la cobertura original de los bosques en el mundo, lo que queda desaparece a una tasa aproximada de cinco mil metros cuadrados por segundo. Estas pérdidas contribuyen al calentamiento global de la tierra y representa la principal razón para la desaparición de especies animales y vegetales cada año.

Existen soluciones al respecto, una de ellas es la certificación independiente, esto por el creciente interés público y científico para disponer de información actualizada y confiable que describa la condición que guardan los componentes de los recursos naturales.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han dado respuesta a la generación de información cartográfica rápida y fácil con ventajas para manejar espacialmente los atributos de interés para planificar acciones de rehabilitación y tomar decisiones en su aplicación considerando que antes se realizaba en forma tradicional implicando demasiado tiempo en la elaboración de la cartografía la cual era manual y su análisis difícil y lento, aspectos que con la utilización del SIG se ha superado.

**Objetivos.**

Generar mapas de predicción de madera utilizando el modelo de regresión sugerido por Pinedo (1998) para seleccionar los predios factibles de certificación forestal.

Generar la información hidrográfica preliminar de la zona de recarga básica del río Conchos.

**MATERIALES.** El área de estudio comprende la zona de recarga básica localizada en el macizo montañoso de la Sierra Tarahumara del estado de Chihuahua, México. Con una superficie y longitud estimada de 6,583 Km<sup>2</sup> y 213 Km respectivamente, el canal del Río Conchos, geográficamente se localiza entre las coordenadas 36000 E 312000 N y 230000 E 296000 N en el sistema de referencia UTM.

Debido a los factores de latitud y altitud que abarcan la superficie de la cuenca alta del río Conchos, se presentan tres tipos de climas: 1) semifrío subhúmedo con lluvias en verano; 2) templado húmedo con lluvias en verano; y 3) seco templado con lluvias en verano.

La información generada en esta investigación se obtuvo a partir de tres fuentes de datos; imágenes de satélite Landsat-TM, Modelos Digitales de Elevación y digitalización de planos y mapas base en escala 1:250,000. Para el procesamiento de las imágenes se

utilizó el programa IDRISI 32, mientras que para la colecta de datos por digitalización y generación del SIG, se utilizó AutoCAD 2000 y ArcVIEW 3.2.

**MÉTODOS.** La corrección geométrica de la imagen Landsat TM y del Modelo Digital de Elevación se ajustaron en base a un polinomio de primer grado, utilizando puntos de control terrestre distribuidos en el área de estudio.

Para conocer las características espectrales de los bosques del área de estudio, se observó el rango espectral ocupado por cada una de las bandas. Las Composiciones en falso color se obtuvieron mediante la selección de las tres bandas con la menor cantidad de información duplicada, evaluada a través de los coeficientes mostrados en una matriz de correlación.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Se generaron varios mapas (hidrológico, elevación, uso de suelo, entre otros) en los cuales se puede apreciar los elementos del área de estudio, lo cual ayudó a la obtención del mapa de clasificación de predios en base a su potencial forestal.

**CONCLUSIONES.** Los Sistemas de Información Geográfica, representan una herramienta para el diseño, integración, análisis y síntesis de datos de un consorcio de variables tan complejas o sencillas como el usuario lo requiera.

La plantación para el conocimiento y evaluación de una zona específica como es una cuenca hidrológica, el desarrollo de un SIG puede mostrar de inicio las necesidades de bases de datos, la integración de los ya existentes y permite obtener resultados con los cuales se pueden implementar de manera preliminar planes de manejo.

La flexibilidad que caracteriza a un SIG, sugiere una constante retroalimentación y permite dimensionar el giro o enfoque que quiera dar a la base de datos

integrada, verificando, modelando y proyectando en el tiempo y espacio el manejo de la cuenca hidrológica y sus recursos asociados.

El mapa de uso actual del suelo fue discriminado en forma satisfactoria por la combinación de la banda 3 en el canal azul, la banda 4 en el canal verde y la banda 5 en el canal rojo. Este producto permitió visualizar las áreas boscosas de la cuenca alta del río Conchos.

Los Modelos Digitales de Pendiente y Exposición mostraron su bondad para visualizar las características fisiográficas de la cuenca alta del río Conchos. La escala media del modelo se considera adecuada para observar las variables hidrográficas del presente estudio.

Al mostrar el volumen forestal una alta relación con la banda 7 de Landsat TM, la ecuación generada muestra la oportunidad de producir un mapa con las clases de condición representadas facilitando la visualización de los predios con potencial forestal para fines de certificación forestal.

## ESTÁNDARES SOBRE REGENERACIÓN DE PINO PARA VERIFICAR INDICADORES DEL MANEJO SUSTENTABLE

David Arturo MORENO GONZALEZ  
José Germán FLORES GARNICA  
Juan de Dios BENAVIDES SOLORIO  
colomos@cirpac.inifap.conacyt.mx

### INTRODUCCIÓN

El manejo sustentable administra los recursos forestales para aprovecharlos, conservarlos y mejorarlos, con el fin de satisfacer las necesidades ecológicas, económicas y sociales de las generaciones presentes y venideras. La satisfacción de estas necesidades garantiza que la obtención de bienes y servicios contribuya a la continuidad del bosque y al desarrollo sustentable. En este sentido, la sustentabilidad en el manejo forestal se puede conocer aplicando "bolsas" de criterios e indicadores (C & I) que reflejan los valores y percepciones sobre el bosque. Los indicadores tienen sus respectivos verificadores que, a su vez, emplean rangos o estándares utilizados para evaluar y monitorear el manejo forestal sustentable. Los estándares se pueden recopilar de los resultados de investigación efectuada en el bosque de la localidad, o bien, en los bosques de otras regiones. De cualquier modo, cuando se desconocen los estándares, se plantea la necesidad de realizar los trabajos de investigación pertinentes con el fin de obtenerlos, validarlos y seleccionarlos para incluirlos en la bolsa de C & I local.

### OBJETIVOS

Determinar los estándares probables sobre regeneración de pino, a partir de resultados de estudios o evaluaciones realizadas en la unidad de manejo forestal de la localidad.

### MATERIALES

Se utilizan cuatro bolsas de C & I para evaluar el manejo forestal sustentable (Flores *et al.*, 2003), al igual que estudios de investigación. La primera es conocida como el Proceso de Montreal (Canadá), esta bolsa está diseñada para funcionar a nivel nacional. La segunda fue elaborada por el Centro para Investigación Forestal Internacional - CIFOR (Indonesia), la cual se estructura de tal modo que permite la adición de conocimientos locales y un desarrollo de C & I específicos a la localidad. La tercera es conocida como LUCID (USA), se trata de una bolsa reducida que se originó a partir de otras, también con el fin de aplicarla a nivel local. La cuarta bolsa es del Forest Stewardship Council (Oaxaca), la cual consiste en un proceso operacional con miras a la obtención de bosques certificados. En cuanto a resultados de investigación, se consultaron escritos elaborados para la sierra de Tapalpa, Jalisco (Moreno, 2002<sup>a</sup>; Moreno, 2002<sup>b</sup>). Esta área de estudio está formada por pequeñas propiedades que, desde 1991, se aprovechan con el Sistema de Manejo Integrado de los Recursos Forestales (SIMANIN).

### MÉTODOS

Se revisan y analizan detenidamente los C & I del principio ecológico en cada una de las bolsas, resaltando aquellos que en alguna forma tienen relación con la etapa de regeneración. Enseguida se procede a determinar los posibles

verificadores para estos indicadores y, de los resultados de los estudios consultados, se escogen aquellos valores obtenidos que podrían utilizarse como posibles estándares para estos verificadores.

### RESULTADOS

La bolsa de Montreal tiene dos criterios relacionados con la regeneración. El primero señala la capacidad productiva de los ecosistemas forestales con un indicador específico sobre la superficie disponible para producir madera. El segundo trata sobre la diversidad biológica con un indicador referido a la superficie por tipo forestal y por clase de edad o etapa de sucesión. Por su parte, en la LUCID se observan criterios de composición y estructura tanto del paisaje como del ecosistema, la población y los organismos, incluyendo indicadores sobre dinámica, diversidad, capacidad, viabilidad y otros. Mientras tanto, la CIFOR contiene criterios sobre la conservación de los procesos que mantengan la biodiversidad y la variación genética, los cuales incluyen indicadores sobre el patrón de paisaje y estructura. Por último, la bolsa del FSC menciona como criterios e indicadores el contenido sobre el plan de manejo, el monitoreo y la evaluación. Para los indicadores mencionados de estas cuatro bolsas, los verificadores probables son la superficie anual, la cantidad y la distribución espacial de la etapa de regeneración. Los estudios realizados muestran la clasificación de estas variables. La densidad se tiene clasificada en sobreexcesiva, excesiva, recomendable, suficiente e insuficiente, caracterizada por la distancia entre árboles < 1, 1 a 2, 2 a 3, 3 a 4, y > 4 metros, las que resultan en las cantidades > 11547, 2891 a 11547, 1283 a 2890, 722 a 1282 y < 722, respectivamente. La categorías de

distribución son aglomerada, regular, dispersa y rechazada con sus respectivos índices de forma < 0.84, 0.85 a 1.15, 1.16 a 2.99 y > 3.0, respectivamente.

### DISCUSIONES

Las densidades e índices mencionados se recomiendan como estándares siempre y cuando se trate de regeneración natural o plantación al azar, ya que cambian cuando es a tresbolillo, marco real o rectangular. En general, ninguna de las cuatro bolsas de C & I mencionan en forma directa la regeneración, más bien está requerida como superficie y estructura.

### CONCLUSIONES

De los resultados de las evaluaciones se obtuvieron estándares cualitativos y cuantitativos que pueden usarse para monitorear regeneración natural y artificial de pino. Estos estándares pueden plasmarse en matrices de evaluación, ya que resultan sencillas y prácticas durante el monitoreo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Flores G., J. G.; Moreno G., D. A.; Quiñones Ch., A. 2008. Selección de criterios e indicadores para evaluar el manejo forestal sustentable. INIFAP. Jalisco, México. (En edición)
- Moreno G., D. A. 2002a. La regeneración de pino como sustentabilidad del sistema de manejo integral (SIMANIN) en Tlapala, Jalisco. INIFAP. Jalisco, México. (En edición)
- Moreno G., D. A. 2002b. Uso de matrices para evaluar la regeneración de pino en masas naturales y plantaciones. INIFAP. Jalisco, México. (En edición)
- [www.cifor.cgiar.org](http://www.cifor.cgiar.org)
- [www.iscoax.org](http://www.iscoax.org)
- [www.fs.fed.us/institutadulcid](http://www.fs.fed.us/institutadulcid)
- [www.mpcj.org](http://www.mpcj.org)

## LEVANTAMIENTO AGROLÓGICO DE ECOSISTEMAS FORESTALES: Estudio de caso en el Municipio de Landa de Matamoros, Oro.

Dr. Alberto Foo, Gómez Tagle Rojas <sup>1</sup>, M.C. Yolanda Chávez Huerta <sup>2</sup>, Biol. Alberto Gómez Tagle Chávez <sup>3</sup>, Biol. Hugo Zepeda Castro <sup>3</sup>, Biol. Esperanza Díaz Fernández <sup>4</sup>, Biol. Constantino Orduña Trejo <sup>5</sup>

### INTRODUCCIÓN

Se presenta un estudio de caso aplicando el Levantamiento Agrológico Forestal (SAF-plus) sistema de trabajo que posibilita el Manejo Integrado y Sustentable de Ecosistemas Forestales templados en el Municipio de Landa de Matamoros, Oro, con una superficie verificada con GPS de alta precisión de 27,700 ha. Los límites generales son al norte-noreste el cerro de La Peña Blanca y La Cañada de las Avispas, como límite oriente el estado de San Luis Potosí zona de Xilitla, poblaciones de Olita de Pino, Soledad de Zaragoza, al poniente la sierra que coincide hacia Zayapilla, Soledad de Guadalupe y El Cañón y al sur Acatlán de Zaragoza. Al centro hay una zona con Leptosoles y Regosoles calizos con escasa profundidad, donde se ha desarrollado *Juniperus sp.* El desarrollo de este levantamiento se estructuró con base en: a) Datos directamente de brigadas en inventario integrado de campo, b) Estudios detallados en predios forestales que están en el área, c) Integración ortofotográfica y cartográfica digital y d) Revisión de documentos de apoyo.

### OBJETIVOS

Caracterizar mediante un inventario forestal integrado, los recursos maderables, no maderables y servicios ambientales que proveen 27,700 ha de bosque templado que ocupa el Municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, para apoyar la generación de planes de manejo forestal sustentable, uso de servicios ambientales y desarrollo de proyectos productivos.

### METODOLOGÍA

Se empleó el Sistema Agrológico Forestal (SAF Gómez-Tagle 1984 y SAF-plus) cuyo fundamento está en evaluar la capacidad del ecosistema forestal de forma integrada. Este es un método de trabajo diseñado para calificar y cuantificar los diversos recursos del bosque como: madera, agua, suelo, fauna silvestre y vegetación forestal, también se cuantifican la infiltración hídrica, el riesgo de incendio, usos y límites del ecosistema, todo ello con el

enfoque de sustentabilidad forestal y de servicios ambientales.

### RESULTADOS

Los resultados generales indican que el área tiene potenciales de diverso tipo que van desde productividad maderera hasta ecoturismo y capacitación en manejo sustentable de ecosistemas forestales. Es también una zona importante de infiltración (25 mm/min) de agua que alimenta los ríos Moctezuma y el Huichihuayan.

Los suelos son Leptosoles cálcicos, Regosoles dérmicos y Luvisoles crómicos con profundidad entre los 10 y 90 cm. En el total del área la distribución de géneros es la siguiente: 38.30% está ocupado por pino, 33.83% por encino, 24.05% por enebro y 3.72% por cipres. *Liquidambar* madroño. La parte de mayor interés maderable se encuentra como una franja al oriente de toda el área estudiada.

El Riesgo de Incendio basado en variables físicas oscila entre 5.33% y 40.72% indicando la urgencia de localizar brigadas, brechas cortafuego, torres contra incendios y zonas críticas de conservación. Desde el punto de vista de erosión la medición por el método de la FAO indica 11.16 ton/ha/año en Leptosoles y 96.25 en Luvisoles.

Maderablemente el área tiene un Índice de 5to a los 30 años que oscila entre 13 y 23 metros de altura y un ICA entre 0.04 y 3.5 m<sup>3</sup>/ha/año

Las especies de mayor frecuencia en la zona del inventario son *Pinus greggii*, *Quercus affinis*, *Juniperus sp.*, *Cupressus lusitanica*, *Arbutus xalapensis* y *Liquidambar styraciflua*. La fauna silvestre está constituida por *Sciurus arizonensis* (artilla), *Bassaris astutus* (cacomistle), *Canis latrans* (coyote), *Odocoileus virginianus* (venado), *Nyctaleptes proterius* (vampiro), *Felis concolor* (puma), *Peromyscus truei* (ratón), *Mephitis macroura* (zorillo), *Didelphis virginiana* (zarigueya), *Sylvilagus sp.* (conejo), *Bassaris astutus* (cacomistle), *Lynx rufus* (gato montes), una amplia variedad de especies de aves (148 especies) y una escasa presencia de reptiles y anfibios (6), que cohabitan en nichos ecológicos

de bosque templado de pino-encino, bosque de juniperos-encinos y pequeñas áreas de ecosistemas de ribera donde hay *Persea gratissima* (aguacate), *Cornus disciflora*, *Ternstroemia pringley* y *Strax* sp.

#### DISCUSION

Se considera que en este estudio de caso, la aplicación del SAF-plus se inscribe dentro de la tendencia de la nueva Ley Forestal 2003, que da importancia a la integración de los recursos a partir de su inventario. De esta forma la interactividad incluye el potencial forestal, los servicios ambientales como infiltración hídrica, la biodiversidad en función de los hábitats típicos en rangos que permiten ubicar zonas con diversos grados de riqueza y la diversificación de proyectos productivos.

Dados los resultados, la interactividad del sistema, la posibilidad de actualización y las diferentes salidas (mapas, gráficas, escritos, tablas, etc.) se considera que esta es una opción para que en su reciente formación la CONAFOR inicie la dirección del manejo sustentable a nivel nacional con el diagnóstico integrado que genere una gran diversidad de opciones productivas.

#### CONCLUSIONES

- Las características del terreno y la disposición de los recursos forestales, generaron las siguientes conclusiones de importancia:
- Hay una rica biodiversidad por el contraste de fisiografía, microclima y suelo, representada en diferentes de especies vegetales y animales.
- El potencial productivo de madera es bajo (Índice de Sitio 30 = 13 a 23m; ICA = 0.04 a 3.5 m<sup>3</sup>/ha/año).
- Por mal manejo forestal, incendios y sobrepas- tereo se han favorecido al descortezador y el muertago.
- Es urgente realizar el manejo integrado (no solo corte de madera) por la urgencia de controlar la presencia de plagas y por hacer un uso sustentable del bosque aprovechando la presencia de recursos alternativos, así como preservar la gran cantidad de servicios ambientales que aporta la zona.
- El levantamiento SAF-plus realizado permite prever los riesgos de incendio de la siguiente temporada seca.
- La capacidad de infiltración oscila entre regular (13 mm/min) y buena (25 mm/min),

por ello es importante implementar una silvicultura de selección con bajas extracciones y generar otro tipo de alternativas de producción.

- El problema de erosión todavía está localizado (11.16 ton/ha/año en Leptosoles y 96.25 en Luvisoles). Es importante normar y evitar el pastoreo de los bosques para mantenerlos sin erosión.
- El área es muy importante, porque alimenta con agua diversas poblaciones cercanas a la Sierra Gorda.

Entre los proyectos productivos que pueden tener importancia para desarrollo en el área están:

- Establecimiento de zonas de Agroforestería.
  - Desarrollo de un complejo de Cabañas para vacacionar.
  - Establecimiento de zonas para Ecoturismo con rutas ecológicas interpretativas.
  - Producción de Cerámica artesanal.
  - Producción de tauna silvestre en cautiverio para repoblamiento o producción de carne.
  - Establecimiento de un Bosque Escuela para capacitación y entrenamiento en activo de pro- pietarios, ejidatarios, estudiantes y técnicos.
  - Invernaderos para producción de hortalizas.
  - Establecimiento de Ollas de agua para captación hídrica.
  - Proyectos de Captura de Carbono.
- Plantaciones comerciales de vegetación y árboles riparios.

#### INSTITUCIONES

- 1 UMSNH-INIRENA
- 2 INIFAP-Morelia
- 3 Facultad de Biología UMSNH
- 3 Facultad de Biología UMSNH
- 4 Maestría en Umnología INIRENA-UMSNH
- 5 INIFAP-Morelia

## MANEJO FORESTAL Y TASAS DE CAMBIO DE USO DE SUELO: DETECCIÓN MEDIANTE TÉCNICAS GEOMÁTICAS

Joaquín A. Rincón-Ramírez<sup>1</sup>, J. René Valdez-Lazalde<sup>1</sup>, Fabián Islas-Gutiérrez<sup>2</sup>, Adolfo Palma-Trujano<sup>3</sup>

#### Introducción

La presente investigación es un aporte al estudio del cambio de uso de suelo y deforestación, así como su relación con la aplicación de manejo forestal formal, el que se entiende como aquel aprovechamiento que se realiza fundamentado en un Programa de Manejo Forestal autorizado por las autoridades correspondientes. El estudio se realizó en la región Sierra Sur del estado de Oaxaca, México, un estado que cuenta con un gran potencial forestal a nivel nacional.

#### Objetivo

Delimitar mediante el uso de técnicas geomáticas las tasas de cambio de uso de suelo en dos zonas bajo condiciones de manejo forestal distintas.

#### Materiales y métodos

Se analizaron datos disponibles del año 1974 al 2000 para dar una explicación del cambio en los recursos forestales que existe en la región. Los datos consisten en imágenes satelitales del tipo Landsat (MSS y TM+), modelos de elevación digital, cartografía de INEGI y recorridos de campo. La región fue dividida en dos zonas, con manejo forestal formal y sin la presencia de manejo en los últimos 20, según los reportes obtenidos de la SEMARNAT.

Posteriormente, mediante técnicas geomáticas, (clasificación de las imágenes, uso de GPS, verificación de la clasificación y detección de cambios posclasificación), se analizó el cambio de uso de suelo en las regiones antes citadas. A partir de esos datos fueron obtenidas tasas de cambio de uso de suelo y deforestación anuales para las dos regiones, así como matrices de cambio de uso de suelo.

#### Resultados

El cambio de uso de suelo fue mas severo en la zona donde no predomina el manejo forestal formal. La tasa de deforestación en zonas con manejo forestal formal fue de 0.66% anual y en la zona sin manejo de 2.17% anual. El cambio mas persistente en ambas zonas fue el avance de la agricultura.

#### Conclusiones

Aunque la presencia de manejo forestal en la zona bajo estudio disminuyó la tasa de cambio de uso de suelo y deforestación, éste no fue suficiente para garantizar la conservación del recurso forestal.

En general, aún cuando la presencia o ausencia de actividades formales de manejo forestal son solo parte de los factores que determinan la presencia y magnitud de cambios en el uso del suelo, información como la generada en este estudio debe ser considerada para adecuar las formas de manejo forestal actual; o en su defecto, plantear nuevas estrategias y líneas de acción que garanticen una mejor conservación de los recursos forestales del país. Este tipo de resultados pueden servir como un parámetro para definir el grado de sustentabilidad con que se realiza el manejo forestal.

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, INIFAP, [inifap@colpos.mx](mailto:inifap@colpos.mx).

<sup>2</sup> [fabian@colpos.mx](mailto:fabian@colpos.mx)

<sup>3</sup> INIFAP, [inifap@colpos.mx](mailto:inifap@colpos.mx)

<sup>4</sup> Universidad Autónoma Chapingo, DICIPO, [colpos@colpos.mx](mailto:colpos@colpos.mx)

## OBTENCION DE PARAMETROS A NIVEL RODAL UTILIZANDO INFORMACIÓN GEOSPACIAL DE IMÁGENES SATELITALES Y ORTOFOTOS DIGITALES.

M.C. Ing. Marín Pompa García ; Dr. Eduardo J. Treviño Garza .

### INTRODUCCIÓN

Los métodos usados en el Manejo Forestal acusan un alto grado de transformación. La evolución de la geomática, los sistemas de procesamiento de datos y los métodos estadísticos, aplicados al manejo de los recursos naturales, proporcionan continuamente nuevos elementos de cambio.

De manera paralela, las conclusiones de los talleres desarrollados en México para definir las prioridades de investigación, demandan el uso de metodologías de vanguardia para el manejo sostenido de los recursos naturales. Además, la normatividad forestal vigente exige la aplicación de criterios actualizados en el manejo de recursos forestales.

El empleo de la cartografía digital, generada a partir de la información contenida en imágenes de satélite en combinación con modelos de elevación digital es un ejemplo de algunas de estas técnicas. Con el incremento y la eficiencia en la aplicación de metodologías de interpretación de datos obtenidos de imágenes de satélite, será posible disponer de una cartografía que permita tomar decisiones mejor fundamentadas sobre diagnóstico y utilización del ecosistema con considerables reducciones de costos, sin tener que disminuir la precisión de los estimadores. Sin embargo, la falta de claridad en procedimientos que sean científicamente sustentados, económicamente viables y operativamente aplicables, ha provocado confusión en los usuarios interesados, lo que ha impedido transitar del uso de los procedimientos tradicionales (fotografías aéreas) a la utilización de tecnología satelital. El análisis espacial de toma de decisión multicriterio es una técnica que posibilita la conjunción de atributos deseables en los sistemas de información geográfica (Malczewski Jack, 1999).

Bajo este enfoque de análisis multatributos, podemos suponer que la integración de imágenes multispectrales (atributo actualidad) y ortofotos digitales (atributo de

resolución), permite integrar criterios específicos de manejo forestal desde un rodal hasta niveles de cobertura regional.

### OBJETIVOS

#### Objetivo principal

El objetivo de esta investigación es desarrollar una metodología para obtener parámetros a nivel rodal que faciliten la toma de decisiones en el manejo de los recursos forestales, aplicando modelos espaciales basados en ortofotos digitales de alta resolución e imágenes de satélite de actualidad.

#### Objetivos específicos

1. Obtener ortofotos digitales a partir de fotografías aéreas de alta resolución.
2. Obtener espaciomapas digitales a partir de imágenes de satélite actualizadas Landsat 7 TM.
3. Integrar mediante análisis multicriterio, los atributos deseables de las imágenes de satélite y las ortofotos digitales, para elaborar cartografía forestal definida por criterios específicos de manejo forestal a nivel rodal.
4. Realizar una comparación de dicha cartografía con la generada mediante procedimientos tradicionales por la dirección técnica del predio bajo estudio.

### MATERIALES Y METODOS

#### Descripción del área de estudio

Para la consecución de los objetivos planteados anteriormente, fue seleccionada un área experimental dentro del ejido Papajichi, Municipio de Guachochi en el estado de Chihuahua, la que geográficamente se ubica entre los 27°44.54', 27°42.18' de latitud norte y los 107°5'20", 107°9'23.63" de longitud oeste, cubriendo una superficie de 3,423 hectáreas; se encuentra enclavado en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental. La geología se compone de Toba básica. Se localizan las unidades de suelo cambisol, feosol, litosol y regosol. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2. La vegetación predominante es de masas puras de

pino con bosques mezclados de pino - encino, teniendo manchones de encino - pino y muy escasamente una mezcla de pino - tascado.

### Metodología

#### 1. GENERACIÓN DE ORTOFOTOS:

Los ortofotos son una fuente de información que combina las características propias de la fotografía aérea con cualidades geométricas de la cartografía.

Para elaborar ortofotos se realizó un fotolindio para planear la captura digital de las fotografías áreas panorámicas escala 1:20,000 que cubren el área de estudio y que fueron facilitadas por la dirección técnica de Silvicultores Unidos de Guachochi. El proceso de digitalización se efectuó usando un escáner de cama plana que cubrió las cuatro marcas fiduciales.

Para la referenciación espacial de las fotografías se identificaron y ubicaron en promedio 8 puntos de control por fotografía en los que fueron definidas sus coordenadas en campo. Se ubicaron un mínimo de 4 puntos de paso que sirvieron de enlace entre fotografías. Se realizó una verificación visual para observar la distribución relativa de las fotos proyectadas, puntos de control y puntos de paso, y con ello verificar su pertinencia.

Para la obtención del modelo digital de elevación se realizó la digitalización de las curvas de nivel de las cartas topográficas, para luego a generar mediante procedimientos de triangulación los modelos de elevación digital.

Con la información anterior se aplicó un algoritmo de transformación (curvulación cúbica) utilizando el software denominado "OrthoEngine", corrigiendo el desplazamiento ocasionado por el relieve, considerando el modelo digital de elevación y la ubicación de los puntos de control proporcionados. Se realizó un proceso para unir las imágenes producidas (ortofotos) y formar un mosaico fotográfico, buscando aquellas áreas dentro de la ortofoto que produzcan una imagen radiométricamente bien balanceada.

#### 2. GENERACIÓN DEL ESPACIO MAPA

A partir de las imágenes Landsat7-TM, del mes de agosto del año 2002 correspondientes a la órbita 33 y a la hilería 41 se obtuvo una subescena utilizando el programa de Idrisi para Windows correspondiente al área de estudio para cada una de las bandas del satélite con las que se procedió a realizar combinaciones de bandas para obtener una nueva imagen que

permitiera para este caso, discriminar en forma adecuada los tipos de vegetación.

#### 3. INTEGRACIÓN DE ATRIBUTOS

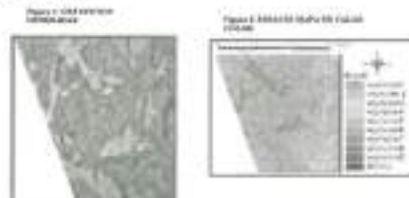
Una vez lo anterior, mediante las extensiones de 3D-Analyst, Spatial Analyst, Image Analysis del Arc View se integraron los atributos de la ortofoto, el modelo digital de elevación y el espacio mapa, definiéndose los rodales mediante los siguientes porcentajes de pendientes: 0-10, 11-25, 26-30, 31-40, 41->; mientras que las exposiciones consideradas fueron: zenital, norte, sur, este, oeste, noreste, noroeste, sureste y suroeste. Las densidades de vegetación fueron útiles para actualizar la clasificación de uso del suelo y tipos de vegetación. Es importante mencionar que el tamaño mínimo del rodal se determinó en 3 hectáreas.

Una vez obtenida la cartografía mediante la integración de atributos deseables de las herramientas utilizadas en éste estudio, se comparó con la división dasocrática realizada tradicionalmente por la dirección técnica del predio.

### RESULTADOS

Las ortofotos digitales generadas permitieron imprimirlas sin pérdida de detalle a una escala de trabajo de 1:5,000 (con un tamaño de píxel en el terreno de 0.5 metros aproximadamente) mejorando el material original escala 1:20,000 (fig 1). El espaciomapa generado con la imagen de satélite produjo una nueva imagen multispectral (bandas 5, 4 y 3) que permitió identificar los tipos de bosque (fig2).

El modelo de elevación digital generado escala 1:50,000 proporcionó cotas de altitud cada 20 metros desde los 2,220 a los 2,460 metros. Este elemento fue fundamental para lograr precisión en las ortofotos obtenidas, así como en la rodalización por criterios de exposición y pendiente.



<sup>1</sup> Federación Chihuahuense Forestal. E-mail: fchf@rednet1.com.mx

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad Ciencias Forestales. E-mail: ejtreviño@fcl.unl.mx

Al utilizar los mismos criterios para estratificar que los utilizados por la dirección técnica del predio, se encontró similitud en la división dasocrática, sin embargo vale la pena señalar que cuando se genera la rodalización a partir del modelo digital de elevación en combinación con los datos de la imagen de satélite, se presenta una ventaja por la facilidad para manipular la información, en comparación con los métodos tradicionales basados en fotointerpretación de las fotografías aéreas.

#### DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

La actualidad en la información obtenida por los sensores Landsat-7TM permite analizar con rapidez terrenos inaccesibles y de gran extensión, facilitando la integración de criterios específicos de manejo forestal.

Las imágenes de satélite discriminan con gran facilidad los tipos de usos de suelo; sin embargo la pobre resolución geométrica de las mismas, provoca dificultades para diferenciar entre algunas clases como son los pastizales y áreas de cultivo. En contraste la fotografía aérea ortorectificada proporciona información con buena resolución, pero carece en muchas ocasiones de la actualidad que presenta la imagen satelital.

Para masas forestales el espaciograma generado provee información de géneros dominantes, mientras que en la fotografía aérea el mapeo de la vegetación se hace generalizando estratos en escalas de grises y dependen del criterio del fotointérprete. De cualquier forma se debe ser cuidadoso con la época en que se obtienen los datos satelitales, en virtud de que la firma espectral está fuertemente influenciada por los valores de reflectancia de los objetos; un ejemplo lo presentan los bosques de enanos, que se ven desprovistos de hojas en cierta temporada del año, y de forma errónea se le puede considerar como un área sin vegetación.

Las fotografías aéreas han sido utilizadas de manera tradicional para el manejo de los recursos forestales, y aún con el advenimiento de las imágenes de satélite difícilmente serán sustituidas, más por el contrario, serán complementarias, ya que su nivel de resolución ofrece niveles de detalle muy apropiados para la planeación y uso de los recursos forestales.

Los resultados encontrados nos permiten contar con una herramienta de actualidad para elaboración de programas de manejo de recursos forestales, de acuerdo a las exigencias que marca la ley general de desarrollo forestal

sustentable. Además permite buscar alternativas reales de manejo al enorme potencial de los recursos forestales que crecen nuestros bosques (servicios ambientales). Por último también se concluye, que el enfoque de análisis multicriterio para la toma de decisiones en el manejo de los recursos forestales a través de la geomática, permite una conjunción de atributos que cumplen con condiciones de factibilidad económica, viabilidad técnica y fundamentos científicos.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. Carta Topográfica, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, G13A43, México.
2. Malczewski Jack. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons, Inc. Ontario, Canada. 392 p.
3. Pampa, G. M. 1997. Sistema de ubicación para el género *Pinus* en la región de la UCODEFO # 7, "Narogachi-Guachochi", Chihuahua. 134 p.
4. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1997). Ley Forestal y su reglamento. 188 p.
5. Silvicultores Unidos de Guachochi, 2001. Programa de manejo forestal del Ejido Papajichil; memoria técnica, 190 p.

## Un método para la optimización del manejo forestal aplicado a plantaciones de *Acacia mangium* en Colombia

Guido Schwichtenberg Y Sofía Sánchez Orois

Institut für Waldinventur und Waldwachstum, Georg-August Universität Göttingen  
Büsgenweg, 5, 37077 Göttingen (Alemania)

#### INTRODUCCIÓN

La generación de diferentes opciones para el manejo forestal es una tarea de gran importancia dentro del campo de la planificación forestal. Gracias a los modelos de simulación se pueden simular diferentes tipos de claras antes de que sean llevadas a cabo en la realidad y a su vez, es posible analizar la reacción de la masa residual. Hoy en día los simuladores de crecimiento forestal sirven no sólo para realizar pronósticos a corto plazo (p. ej. la actualización de inventarios) sino también para generar distintas opciones de manejo selvícola en rodales reales ó hipotéticos (Rodríguez Soalleiro, 1995; Gadow y Hul, 1999). En este trabajo se presenta un método para la generación de opciones de manejo forestal y para su optimización tomando como ejemplo plantaciones de *Acacia mangium* en Colombia. Esta especie se caracteriza por ser una especie de crecimiento rápido cuya madera se destina principalmente para la fabricación de pasta de papel (Bonner, 1982; National Research Council, 1983).

#### OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es generar diferentes opciones para el manejo de rodales de la especie *Acacia mangium* y posteriormente aplicar un método de optimización lineal para poder obtener la opción de manejo óptima que maximiza el valor actual neto.

#### MATERIALES

Los datos utilizados para este trabajo provienen de seis rodales de la especie *Acacia mangium* situados al norte del departamento de Antioquia en Colombia. Para cada rodal se dispone de datos sobre las principales variables de masa: Edad, superficie, número de árboles por ha, área basal e índice de sitio.

#### MÉTODOS

Para la generación de las diferentes opciones de manejo se empleó un modelo de crecimiento desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (Agudelo *et al.* 2000). En primer lugar se utilizó el modelo de crecimiento y diferentes opciones de claras para elaborar el código del programa que permite generar diferentes opciones de manejo. Este código se implementó en Jaktá (Lappi, 2002), un software que además de otras aplicaciones estadísticas, contiene un simulador para la generación automática de opciones de manejo forestal. Cada una de las opciones fue evaluada aplicando el criterio económico del valor actual neto. A continuación las opciones generadas fueron utilizadas para llevar a cabo una optimización del manejo forestal, siendo la función objetivo de dicha optimización la maximización del valor actual neto. Para esto se empleó un software de optimización lineal denominado JLP

(Lappi, 1992). Finalmente se realizó un análisis de sensibilidad para analizar la influencia de distintas tasas de interés sobre la solución óptima.

## RESULTADOS

Aplicando el software Jakta se generaron opciones de manejo para dos turnos de corta, en total se simularon 8465 opciones. Con la ayuda del software de optimización lineal JLP se obtuvo para cada rodal la opción de manejo óptima. La edad de corta de los rodales varía entre 7 y 8 años. Así mismo, también se obtuvo para cada rodal información detallada sobre la intensidad de las claras y la edad en la que se deben de realizar. También se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para analizar la influencia de diferentes tasas de interés sobre la opción de manejo óptima. Los resultados de este análisis de sensibilidad indicaron que el tipo de interés no influye de manera apreciable en la edad de corta de los rodales ni en la intensidad de las claras a realizar ni en la edad de realización de las mismas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que tanto el software Jakta (para la generación de opciones de manejo) como JLP (para la optimización lineal) son adecuados para la simulación y optimización de opciones de manejo forestal. En un estudio similar también se confirmó la adecuación de ambos softwares para la planificación y optimización de las claras en rodales de *Picea Abies* (Sánchez Orois y Vilko, 2002). Una de las ventajas del simulador Jakta y del programa de optimización JLP es que permiten generar, evaluar y optimizar un elevado número de opciones; además con la introducción de pequeñas

modificaciones en la función objetivo y/o en las restricciones es posible analizar la influencia de diferentes factores (p. ej. factores económicos) sobre la opción de manejo forestal óptima.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo D., S. L., Alvarado R., N. E., Alvarez C., C., Bustamante, J., Cardona G., J. M., Contreras, G. F., Correa V., J. E., Gamarra P., L., García R., Lieeth A., Mazo Z., Ingrid N., Ramírez A., A. M., Restrepo, H. L., Sáenz R., O. A., Sánchez P., J. C. y Toro M., Z., 2000: Evaluación de las plantaciones de *Acacia mangium* Willd. en áreas degradadas del Bajo Cauca Antioqueño. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA)-Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia. 470 pp.
- Bonner, F. T., 1982: Measurement and Management of Tree Seed Moisture. Danida Forest Seed Centre; Research Paper SO-177 1981, Technical Note No. 1.
- Gadow, K. v. y Hui, G. Y., 1999: Modelling forest development. Kluwer, 213 pp.
- Lappi, J., 1992: JLP: A Linear Programming Package for Management Planning. The Finnish Research Institute, Research Papers 414, Suonenjoki.
- Lappi, J., 2002: Jakta user's guide (manuscrito sin publicar).
- National Research Council, 1983: Mangium and other fast growing Acacias for the humid tropics. National Academy Press, Washington D. C.
- Rodríguez Soelleiro, R., 1995: Crecimiento y producción de masas forestales regulares de *Pinus pinaster* Ait. en Galicia. Alternativas selvícolas posibles. Ph. D. Dissertation. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, 297 pp.
- Sánchez Orois, S. y Vilko, F., 2002: Bewertung und Optimierung von Vornutzungen in Fichtenbeständen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 121: p. 250 - 264.

Correo electrónico de los autores:  
M. Sc. Guido Schwichtenber:  
[G.Schwichtenberg@forst.uni-goettingen.de](mailto:G.Schwichtenberg@forst.uni-goettingen.de)

Ing. For. Sofia Sánchez Orois:  
[Sofia.Sanchez@forst.uni-goettingen.de](mailto:Sofia.Sanchez@forst.uni-goettingen.de)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## PROTECCION FORESTAL

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES



CICLO BIOLÓGICO EN CAMPO DEL DESCORTEZADOR *Pityophthorus* sp.  
Eichhoff (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) EN *Pinus halepensis* Millier

Juan A. Niño-Maza<sup>1</sup>, Luis A. Aguirre-Urbe<sup>1</sup>, Eugenio Guerrero-Rodríguez<sup>1</sup>, y Jorge David Flores-Flores<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Parasitología, <sup>2</sup>Depto. Forestal. UAAAN Saltillo, Coahuila.  
aninoma@yahoo.com

#### INTRODUCCIÓN.

Los escolítidos son los insectos más problemáticos de las masas forestales del mundo entero; más por sus daños indirectos que por los directos al servir de agentes desencadenantes de plagas secundarias con gran incidencia y severidad de daños en las coníferas y de hongos cromógenos (azulado de la madera) o productores de enfermedades graves (1).

En general los insectos que causan problemas en los bosques han sido poco estudiados, por lo que muchas especies ni siquiera han sido descritas o catalogadas en las ciencias biológicas, careciéndose de información básica como es la identificación correcta para fines de control. En nuestro país esta falta de conocimiento específico de las plagas hace que comúnmente se recomienden tratamientos generales para especies cercanas; sino que los métodos de control deben ser lo más específicos posibles en atención a estudios de campo (2). Por lo anterior, el presente estudio se encaminó a determinar el ciclo de biológico del descortezador de *Pinus halepensis* del género *Pityophthorus* sp., que se encuentra distribuido en la reforestación de la Sierra de Zapalinamé.

#### MATERIALES Y MÉTODOS.

El muestreo de corteza de pino se inició a partir de la segunda quincena julio de 2001 hasta la segunda quincena de marzo de 2002, la toma de muestra consistió en delimitar previamente el área del fuste de cada árbol de la

siguiente manera: el fuste se dividió en cuatro lados en base a los puntos cardinales Norte, Sur, Este y Oeste, al azar se eligió un lado cardinal y en este se extrajo una primera muestra de placa de corteza de 10 cm x 8 cm (80 cm<sup>2</sup>) empezando en la base del fuste, las posteriores muestras se tomaron siguiendo el mismo lado del fuste en las partes inmediatas superiores a la muestra anterior. La frecuencia de la toma de muestras de corteza fue cada semana para cada árbol marcado hasta alcanzar una altura de 1.80 m, una vez alcanzada esta altura de muestras las siguientes placas de corteza se tomaron en dirección opuesta de lado cardinal del fuste elegido primeramente. Antes de extraer las placas de corteza se colocó en la base del árbol una mantita blanca para coleccionar el material que cayera al suelo. Las muestras se colocaron en sobre de papel encerado debidamente etiquetados, posteriormente se colocaron en una cámara húmeda y se trasladaron al laboratorio para su disección y análisis.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### Huevecillo

En relación a este estado, se detectó que la oviposición se observó solamente en los meses de agosto de 2001 y marzo de 2002.

##### Larva de primer estadio

Este estado se encontró a partir del 4 de agosto de 2001 hasta el 15 de octubre del mismo año, a partir de esta fecha disminuye su poblaciones hasta el 1 de marzo de 2002. El 4 de agosto de

2001 fue la fecha en donde se registró el más alto número de individuos. Las larvas de 1er estadio coinciden en su población más alta con la población de huevecillos.

##### Larva de segundo estadio

La población de estas larvas se detectó a partir del 4 de agosto manteniéndose estable hasta el 15 de octubre de 2001. No se registraron larvas de 2º estadio a partir del 11 de noviembre de 2001 hasta el 16 de marzo de 2002. Los huevecillos, larvas de 1er y 2º estadio coinciden sus poblaciones más altas en las mismas fechas, esto indica que estos estados de desarrollo son de la misma generación.

##### Larva de tercer estadio

En contraste a los anteriores estadios larvarios, la larva de 3º estadio se presentó con su mayor número de individuos el 15 de septiembre, aunque su población inició a partir del 4 de agosto hasta el 2 de diciembre de 2001. Registrándose de nuevo larvas de 3º estadio a partir del 17 de marzo del mismo año coincidiendo con la población de las larvas del 2º estadio.

##### Pupas

Las primeras pupas se encontraron el 27 de julio coincidiendo con las larvas de 3er estadio, esta población de pupas mantuvo una mejor distribución a partir del 26 de agosto hasta el 11 de noviembre, teniendo su mayor población el 2 de septiembre de 2001.

##### Prelmago

Esta fase de desarrollo se observó claramente a partir del 4 de agosto al 25 de noviembre, teniendo su mayor población del 11 de agosto al 29 de septiembre, con los picos más altos el 11 de agosto y el 2 de septiembre que coincide con la mayor población de pupas siendo esta última la fecha con más individuos registrados.

#### Adulto

En contraste a los estados de desarrollo anteriores, el adulto fue el único que mantuvo su población presente y constante a través de todo el tiempo del estudio en las placas de corteza, en las cuales se detectaron varios picos siendo los más representativos los de septiembre, octubre y noviembre de 2001, además del de enero de 2002, siendo éste último el que presentó más individuos.

#### CONCLUSIONES.

En general el ciclo biológico de *Pityophthorus* sp. en campo es de aproximadamente cinco meses, presenta los estados de desarrollo con ligeros traslape en cada estado de desarrollo, lo cual es normal, coincidiendo sus poblaciones más altas de huevecillo, larvas, pupa, preimago y adultos por ser individuos de la misma generación. Los adultos están presentes todo el año dentro de la corteza, observándose cuatro picos notorios, siendo mayor el del mes de enero.

#### LITERATURA CITADA.

1. Carrero, J. M. 1996. Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales. Ed. Mundi-Prensa. México. Pp. 102-105.
2. Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Pp. 16-41.

CICLO BIOLÓGICO EN LABORATORIO DEL DESCORTEZADOR  
*Pityophthorus* sp. *Elchhoff* (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) EN *Pinus*  
*halepensis* Millier

Juan A. Niño- Maza<sup>1</sup>, Luis A. Aguirre-Urbe<sup>1</sup>, Eugenio Guerrero-Rodríguez<sup>1</sup>, y Jorge David Flores-Flores<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Depto. de Parasitología, <sup>2</sup>Depto. Forestal, UAAAN Saltillo, Coahuila.  
aninomaza@yahoo.com

INTRODUCCIÓN.

En Coahuila se han afectado 388 ha cubiertas de pinos, donde existen brotes activos de descortezadores de diversos géneros, distribuidos en 3,917 ha en bosques de coníferas, donde se han dañado aproximadamente 34,444 árboles de diversas especies tan sólo entre los años 2000 al 2002 (2).

Por otra parte se reporta que en el año de 1997 realizaron labores de saneamiento de 1,350 árboles de *Pinus halepensis* en un área comprendida de 3 ha en la reforestación de la Sierra de Zapalinamé (1); mientras que para los años 2000 y 2001 el daño se incrementó fuertemente por lo que hicieron labores de saneamiento en la misma reforestación cortando 60,000 árboles de *P. halepensis* en una superficie de 80 ha (3).

Por lo anterior y con la intención de recabar información básica y específica que permita el manejo correcto del descortezador *Pityophthorus* sp., se planteó el siguiente objetivo: Determinar el ciclo biológico en laboratorio de los estados de desarrollo de *Pityophthorus* sp.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El ciclo biológico del descortezador se realizó en una cámara bioclimática a una temperatura de  $23 \pm 3$  °C, para ello se utilizó el método de "emparedado" para cría de descortezadores (4). Este consistió en, colocar una placa sana de corteza interna de pino de 6 por 8 cm y

de 2 a 2,8 mm de grosor de corteza entre dos cubiertas impermeables, una de vidrio y otra de mica transparente, ambas cubiertas midieron 8 por 10 cm, con 4 mm de grosor, colocando frente al floema la placa de vidrio y por el lado del súber la placa de mica, una vez formado el emparedado se sellaron los bordes con cinta parafilm y se afirmaron con dos bandas de caucho del # 3 en cada extremo del emparedado y se colocó una etiqueta para su identificación, los que se colocaron en la cámara húmeda; Cabe señalar que las cámaras húmedas se colocaron dentro de una caja hermética de madera para favorecer que el emparedado perdurara mayor tiempo sin deshidratarse.

Estos emparedados tanto la placa de madera, como las de vidrio y mica fueron tratados con caldo bordelés a una proporción de 0.85 g de CuSO<sub>4</sub> y 7.5 g de cal disueltos en 750 mL de agua, para evitar el enmohecimiento de la placa de corteza.

Las observaciones de los emparedados fueron diarias para determinar el estado de desarrollo presente, registrando los cambios biológicos de los insectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La determinación del ciclo biológico se realizó durante un periodo de seis meses con 18 emparedados de los cuales con seis se registraron datos parciales y en los 12 emparedados restantes se tomaron datos totales donde se criaron 33 descortezadores

resultando 22 machos y 11 hembras, teniendo además cinco insectos muertos, siendo tres machos y dos hembras, en estos emparedados las 12 hembras ovipositaron un total de 187 huevecillos en un lapso de 132 días de los que eclosionaron 106 huevecillos (56.68%).

El promedio de huevecillos ovipositados por cada hembra fue de 15.58 correspondiendo a 1.30 huevecillos por día. La duración promedio del ciclo biológico de cada estado de desarrollo de *Pityophthorus* sp.; el huevecillo requirió 6.74 días para su eclosión, el primer estadio larval tuvo una duración de 6.10 días, el segundo de 7.73 días y el tercer estadio requirió 10.40 días en promedio, la pupa requiere de 7.77 días, el preimago necesitó de 21.10 días para su desarrollo y los adultos vivieron 27.85 días en promedio en condiciones de laboratorio.

Los días en que el insecto se desarrolló desde huevecillo hasta completar el estado de adulto, que es de 59.84 días y el ciclo biológico desde huevecillo hasta la muerte del adulto es de 87.59 días. Se observaron pocas diferencias entre el desarrollo de machos y hembras, aunque estas últimas requirieron 2.05 días más para alcanzar el desarrollo a adulto, esto implica que *Pityophthorus* sp. pueda tener alrededor de seis generaciones al año en condiciones de laboratorio.

CONCLUSIONES.

El descortezador *Pityophthorus* sp. requiere acumular 6.74 días para la eclosión del huevecillo, para el desarrollo larval 30.97 días, la pupa 36.74 días y para alcanzar el estado de adulto 59.84 días, el adulto vivió 27.85 días. Pudiendo desarrollar alrededor de seis generaciones al año.

LITERATURA CITADA.

1. SEMARNAP. 2001. Informe anual del programa emergente de sanidad forestal en el estado de Coahuila. Subdirección de Fomento Forestal, Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Delegación Semarnat Coahuila, México.

2. SEMARNAT. 2003. Informe anual del programa emergente de sanidad forestal en el estado de Coahuila. Departamento de la unidad de aprovechamiento de recursos naturales. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Delegación Semarnat Coahuila, México.

3. SFA. 2001. Programa de trabajo de acciones de sanidad. Dirección de recursos forestales y medio ambiente. Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Coahuila. 21 p.

4. Islas, S. F. 1974. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf. y *Dendroctonus mexicanus* Hopk. en algunas regiones del estado de México. Boletín Técnico INIF., SAG. México, D.F. 40:1-31.

## Desarrollo de Fotoserías para la cuantificación de combustibles forestales en Áreas Naturales Protegidas de México

Jorge E. Morfín Ríos<sup>1</sup>, Enrique J. Jardel Paláez<sup>1</sup>, Ernesto Alvarado<sup>2</sup>, David Wright<sup>2</sup> y Robert Vihnanek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara; morfint12977@yahoo.com, ejardel@uocsur.udg.mx.

<sup>2</sup> United States Department of Agriculture Forest Service, Pacific Northwest Research Station; dkwright@fs.fed.us, bvihnanek@fs.fed.us

<sup>3</sup> College of Forest Resources, University of Washington; alvarado@u.washington.edu.

**Introducción.** Dada la alta incidencia de incendios forestales registrada en México (en promedio entre 1970 y 2002 se quemaron 218,627 ha por año según cifras oficiales; www.semarnat.gob.mx), el manejo del fuego es una prioridad tanto para la gestión de bosques de producción como en las áreas naturales protegidas. En consecuencia, es importante desarrollar estrategias de manejo del fuego, cuya planificación requiera fundamentos científicos, técnicos y empíricos, además de información confiable que permita tomar decisiones con respecto a cuestiones como el control o supresión de incendios o la aplicación de quemados prescritos.

Uno de los aspectos básicos en la ecología y manejo del fuego es el conocimiento de la estructura y composición de los combustibles forestales, que debido a su complejidad, se han elaborado diversas clasificaciones y métodos para caracterizarlos. Estas clasificaciones y métodos presentan problemas en su aplicación, ya sea por su generalidad o por las dificultades y costos de muestreo. Una alternativa que se está poniendo en práctica por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, es un sistema de clasificación que proporciona información cuantitativa sobre las características de las capas de combustibles (Greenough 2001) utilizando el método de Fotoserías (Ottmar y Vihnanek, 1998). El método consiste en la toma de fotografías y muestreos intensivos de series de sitios que representan un rango de condiciones de variación en la estructura, composición y carga de combustibles en diferentes tipos de vegetación, que luego pueden ser utilizadas para evaluaciones visuales de manera más extensiva y menos costosa. Las fotoserías permiten generar modelos de combustibles específicos para una región o tipo de bosque, cubriendo un mayor rango de variación que los modelos de combustibles tradicionales, y se aplican a la elaboración

de mapas de combustibles y modelos de comportamiento del fuego y de su efecto en los bosques (Sandberg, *et al.* 2001). Este método se ha aplicado en la mayor parte del territorio de Estados Unidos y en el cerrado de Brasil. En el caso de México se está aplicando en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) en los estados de Jalisco y Colima.

**Objetivos.** Desarrollar fotoserías para la cuantificación de combustibles forestales y aplicarlas para el manejo del fuego y la investigación sobre ecología del fuego en áreas naturales protegidas de México. El proyecto se desarrolla en su primera fase en la RBSM.

**Métodos.** La Sierra de Manantlán (19° 20' y 19° 45' N-103° 45' y 103° 30' O) fue seleccionada para este estudio. El área forma parte de la Sierra Madre del Sur y presenta una notable diversidad de tipos de vegetación así como una alta incidencia de incendios forestales por lo que el manejo del fuego es una prioridad en esta área protegida. Para elaborar la fotosería, se seleccionaron 17 sitios que cubren diversas condiciones de estructura y composición de los tipos de bosques con mayor incidencia de incendios: bosques de pino, pino-encino, pino-encino-latifoliadas, encino y oyamel.

La caracterización de la estructura y composición de la vegetación y la cuantificación de los combustibles se hizo de acuerdo al método de fotoserías descrito por Ottmar y Vihnanek (1998).

**Resultados y Discusión.** El bosque de pino-encino-latifoliadas fue el tipo de vegetación mejor representado, en relación al número de sitios cuantificados y variedad de condiciones estructurales y de composición. Las condiciones de bosque de este tipo de vegetación se ordenaron con respecto a las etapas de desarrollo del rodal y se estimó preliminarmente la carga de

combustibles usando, el área basal (Figura 1), la carga de combustible leñoso caído (Figura 2) y la profundidad total de la capa orgánica del suelo (Figura 3).

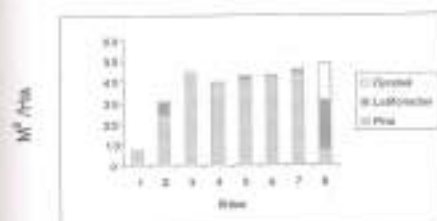


Figura 1. Área Basal

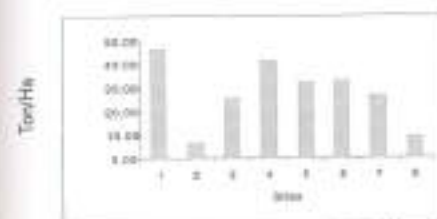


Figura 2. Carga de combustible leñoso caído.

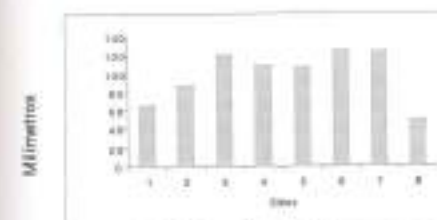


Figura 3. Profundidad del la capa orgánica del suelo.

La mayor acumulación de combustibles se presentó en las etapas intermedias (sitios 3, 4, 5 y 6) y en la etapa de transición de reemplazo por latifoliadas (Sitio 7). Estos sitios tienen una alta densidad de arbolado, alta carga de material leñoso caído (entre 25 y 41 Ton/Ha) y suelos orgánicos bien desarrollados (10 a 12 cm). La menor

acumulación es en etapas tempranas (Sitios 1 y 2) con una baja densidad de árboles y un suelo muy somero (6 y 8 cm). Con respecto a la carga de material leñoso también es baja en el sitio 2 (6 Ton/Ha), pero el sitio 1 que corresponde a la etapa de establecimiento presenta una alta carga de combustible leñoso caído debido a la perturbación que ocurrió para que se abriera el claro y se estableciera el pino. Por último, en la etapa de madurez del rodal (sitio 13) cuando las latifoliadas y otras especies como el oyamel dominan el rodal, se muestra una tendencia clara a disminuir la carga de combustibles con suelos orgánicos poco profundos (5 cm) y cargas bajas de combustible leñoso muerto (8 Ton/Ha), pero aún se mantiene una alta densidad del arbolado.

### Bibliografía

- INE (Instituto Nacional de Ecología), 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F.
- Greenough, J.A. 2001. Fuel Characteristic Classification System Design. Prepared by ESSA Technologies Ltd., Vancouver, BC for USDA Forest Service, Corvallis Forestry Sciences Lab, Corvallis, OR. 49 pp.
- Ottmar, R.D. y R.E. Vihnanek. 1998. Stereo Photo Series for Quantifying Natural Fuels. Volume I: Mixed-Conifer with mortality, Western Juniper, Sagebrush, and Grassland Types in the Interior Pacific Northwest. PMS 830. National Wildfire Coordinating Group, National Interagency Fire Center, Boise, Idaho.
- Sandberg, D.V., R.D. Ottmar, G.H. Geoffrey. 2001. Characterizing Fuels in the 21st Century. International Journal of Wildland Fire, (10), 361-367.

## DIAGNOSTICO SANITARIO FORESTAL EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Ignacio Vázquez Collazo<sup>1</sup>, Salvador Madrigal Huendo<sup>2</sup>, Josué García Zarco<sup>1</sup>, Alma L. Pérez Morales<sup>2</sup> y Armando Villa Rodríguez<sup>2</sup>

### Introducción.

La Comisión Forestal del estado (COFOM), a través de la Dirección de Protección Forestal, se encarga de realizar actividades de protección del recurso, de agencias que limiten o impidan su desarrollo y equilibrio. Durante 1999, se inició un proyecto en el que participaron COFOM, Fundación Produce Michoacán e INIFAP, para realizar el diagnóstico sanitario en bosque de clima templado en siete diferentes regiones del estado (Zirahuén, El Vaquerito, San Joaquín, San Pedro Jacuaro, Sierra de Chincua, San Isidro y Dos Aguas).

### Antecedentes.

Según el informe anual del Programa Nacional de Sanidad Forestal (SEMARNAP, 1999), en el país se conocen más de 200 especies de parásitos que causan daños de importancia económica y social en especies y productos forestales.

En el Estado de Michoacán se diagnosticó una superficie aproximada de 388 mil ha (SEMARNAP, 1997), se trataron 343 predios infestados por el insecto descortezador (435 ha) y un volumen de 21,897 m<sup>3</sup>.

Los trabajos sobre diagnóstico en masas arboladas, generalmente se realizan en transectos sobre los caminos; así se ha elaborado un diagnóstico sanitario en la Meseta Tarasca, donde se reportan 40 especies de parásitos, pero no se cuantifican los volúmenes afectados ni su relación con la topografía del terreno y la estructura de las masas (Vázquez et al, 2000).

### Metodología.

En cada una de las siete áreas se utilizó un diseño de muestreo sistemático (Ruiz, 1980; Villa Salas, 1993a) en líneas equidistantes, mediante rumbos francos, con sitios de dimensiones fijas (SDF) de un décimo de hectárea (Medina, 1983; Villa Salas, 1993b). En cada sitio se recabó información dasométrica, ecológica y sanitaria.

Para la estimación de los volúmenes fue necesario elaborar tablas para pino y oyamel

(Romhan et al, 1994); se probaron los modelos de crecimiento Schumacher, Variable combinada, Korsum y Thombor (Dym y Ivey, 1980; Draper y Smith, 1981 Clutter et al, 1983). En el análisis de la información se utilizó el paquete de computo SAS (1988), aplicando el procedimiento para modelos exponenciales linealizados, el ajuste de los modelos se realizó mediante la técnica de regresión, por mínimos cuadrados ordinarios para modelos lineales.

### Resultados y Discusión.

Se identificaron 35 diferentes especies de parásitos en las siete áreas muestreadas, pero los principales son: La resinosidad (*Fusarium circinatum*) y la raya (*Cronartium quercuum*, *C. congenerum* y *C. fusiforme*), que están distribuidas en todas las áreas del Estado; esta ausente en Chincua, donde predominan las masas puras de oyamel y estos dos hongos no atacan a esta especie (Guerra, 1995; Salinas y Peterson, 1987). El descortezador menor de los pinos (*Dendroctonus mexicanus*) fue detectado en seis regiones; no se identificó en Chincua y San Isidro, porque en Chincua sólo hay oyamel y en San Isidro, porque el área muestreada se encuentra por arriba de los 2500 msnm (Cibrian et al, 1995).

*Dendroctonus valens*, es uno de los descortezadores que se encuentra en los bosques de pino con mayor distribución y frecuencia; sin embargo, es un insecto de importancia secundaria (Cibrian et al, 1995).

Los muérdagos enanos, sólo se localizan en Chincua y en San Isidro; en Chincua la presencia de *Arceuthobium abietis religiosae* es frecuente ya que éste es un parásito específico de esta especie y según Hawksworth y Wiens (1989) se localiza en todas las áreas donde tenemos *Abies religiosa*; en San Isidro se identificaron dos especies: *A. globosum* subesp. *grandicaule* que es la especie de mayor distribución en la parte central del país y es común encontrarlo en las tierras altas de Guatemala. La otra especie (*Arceuthobium vaginatum* subesp. *vaginatum*), que es la especie más ampliamente distribuida en México, con un rango de elevación desde 2100 m en Nuevo León a 3500 m en el Nevado de Colima (Hawksworth et al, 2002).

La broca de los conos de los pinos (*Carpodophorus spp*) se identificó en casi todas las regiones donde se encuentra distribuido el

género *Pinus*, a excepción de *P. oocarpa*. La especie *C. concoloris* es la de mayor distribución en ese estado y se localiza sobre *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. abuglaster*, *P. leiophylla* y *P. lawsonii* (Del Río, 1983).

El mejor modelo es el de la variable combinada, por presentar un valor de la suma de cuadrados del error bajo, R<sup>2</sup> cercana a 1 y con el valor de F mayor (Dym y Ivey, 1980; Draper y Smith, 1981; Clutter et al, 1983). Los resultados muestran que los volúmenes estimados por parásito, varían con la especie maderable, la estructura de la masa y la topografía del terreno.

### Conclusiones.

1. Las existencias medias maderables en el Estado, son regulares, ya que solamente en Sierra de Chincua se superan los 300 m<sup>3</sup> de madera en rollo por ha.
2. Con respecto a la sanidad, esta es de regular a mala, ya que el por ciento de los volúmenes infestados por región es como sigue: Zirahuén 35%, El Vaquerito 52%, San Joaquín 40%, San Pedro Jacuaro 16 %, Sierra de Chincua 36 %, San Isidro 27 % y Dos Aguas el 26 %.
3. Con relación a la estructura de los rodales, en general tenemos que, los árboles dominantes son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

4. La presencia de los diferentes parásitos, está influenciada por las características topográficas, como son: pendiente, exposición y altitud.

### Bibliografía consultada.

- Cibrian, D. T.; J. T. Méndez, M.; R. Campos, B. H. O. Yates III y J. Flores, L. 1995. Insectos Forestales de México. UACH. SFF. USDA. NR. COFAN. Publicación # 6. 453 p.
- Clutter, J. J., L. Plimmar, G. Brister, and R. Bailey. 1983. Timber Management: a quantitative approach. New York Wiley U.S.A. 383 p.
- Del Río, M.A. 1983. Insectos que afectan la producción de semilla en las especies de pinos de la Meseta Tarasca, Michoacán. SARH. INIF. México. Bol. Tec. No.97. 38p.
- Draper, N. R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons. NY. USA. 708 p.
- Dym, C.L. and E.S. Ivey. 1980. Principles of mathematical modeling. Academic Press New York. 260 p.
- Guerra, S. J. J. 1995. El cancro resinoso causado por *Fusarium subglutinans* (Wolfe) y R en K.) Nelson, Tousson Marasá, una enfermedad de *Pinus spp.* en México. Tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales. UACH. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. pp. 97.
- Hawksworth, F.G. and D. Wiens. 1989. Two new species, nomenclatural changes and range extensions in Mexican *Arceuthobium* (Vaccinaceae). Phytologia 66: 5-11.

Hawksworth, F.G., D. Wiens and B. Gails. 2002. *Arceuthobium* in North America. In: *Mistletoes of North America Conifers*, USDA, FS. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-98. 123p.

Medina, B. R. 1983. Delimitación de sitios circulares de muestreo en inventarios forestales. SARH. SFF. INIF. México. Ciencia Forestal 43 (8) 3-28p.

Romhan, de la V.C.F., H. Ramirez M. y J.L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. DICIFO. México. pp 133-235.

Ruiz, A.M. 1980. Breve descripción de algunas prácticas de muestreo. SARH. SFF. INIF. México. Boletín divulgativo. 31p.

Salinas, O.R. y R. S. Peterson. 1967. *Cronartium congenerum* distribución y efectos en los pinos. Bol. Tec. 19. SAG. SFF. INIF. México. 11p.

SAS-STAT. 1988 User's Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 129 p.

SEMARNAT. 1987. Dirección General de Protección Forestal. Informe final del programa nacional de sanidad forestal. inédito.

SEMARNAT. 1999. Dirección General de Protección Forestal. Informe final del programa nacional de sanidad forestal. inédito.

Vázquez, C.I., A. Villa, R. A. Del Río, M. y R. Sánchez, R. 2000. Diagnóstico de plagas y enfermedades de la Meseta Purispeña. Gob. Estado de Michoacán. COFOM. Fundación Produce. INIFAP. México. 68p.

Villa, S.A.B a 1993. Generalidades sobre técnicas de muestreo en inventarios forestales. En: Recopilación de notas sobre técnicas de muestreo usadas en inventarios forestales. Ed. B. Matem, B. Ranneby, A. B. Villa S., M. Caballero de L. y E. Quintana M. SARH. INIFAP. Pub. Especial Num. 64 Segunda edición. México. 69p.

Villa, S.A.B b. 1993. Generalidades sobre la forma y el tamaño de los sitios de muestreo usados en inventarios forestales. En: Recopilación de notas sobre técnicas de muestreo usadas en inventarios forestales. Ed. B. Matem, B. Ranneby, A. B. Villa S., M. Caballero de L. y E. Quintana M. SARH. INIFAP. Pub. Especial Num. 64 Segunda edición. México. 69p.

<sup>1</sup> INIFAP. Av. Latinoamericana 1101, Col. Revolución, Uruapan, Mich. Tel: 52973492. email: calcazaco@prodigy.net  
<sup>2</sup> COFOM. Lote 1, Bosque Cuachilmeac, Morelia, Mich. Tel: 3123035 y 3123742. email: colima@cofom.mich.gob.mx

## EFFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN EL ESCURRIMIENTO Y LA EROSION Y FACTORES PRINCIPALES

Dr. Juan de D. BENAVIDES-SOLORIO<sup>1,2</sup>  
M.C. David A. MORENO-GONZALEZ<sup>1</sup>  
Dr. J. Germán FLORES-GARNICA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIFAP; Parque Los Colomos s/n, Col. Providencia, Guadalajara, Jalisco; Tel: 01 (33) 3641-2248

<sup>2</sup> Correo electrónico: jdedios@cirpa.inifap.conacyt.mx

### INTRODUCCIÓN

Los bosques sin disturbio funcionan como reguladores del ciclo hidrológico. El bosque intercepta la precipitación tanto en el follaje como en el suelo forestal, facilitando altas tasas de infiltración, recarga de mantos freáticos y produciendo un mínimo de escurrimiento superficial. El mantillo forestal también protege al suelo de la erosión porque disipa la energía de las gotas de lluvia e incrementa la resistencia al escurrimiento superficial (DeBano *et al.*, 1998). Sin embargo, la presencia de grandes incendios alteran dramáticamente el ciclo hidrológico cuando se quema la vegetación, hojarasca y mantillo forestal. Estos cambios afectan el escurrimiento superficial y la erosión originando grandes avenidas y movimiento de sedimentos que provoca azolve de presas. Estos impactos también inducen daños a la calidad del agua, ecosistemas acuáticos y canales.

### OBJETIVOS

Dado el interés que existe por conocer el impacto de los incendios forestales este trabajo se enfoca para: (1) Conocer la magnitud del daño en escurrimiento y erosión a causa de los incendios forestales, e (2) Identificar los factores más importantes que propician el escurrimiento y erosión.

### MATERIALES Y METODOS

Para realizar este trabajo se realizó una revisión exhaustiva de escritos acerca de diferentes incendios y quemadas controladas que han sido evaluados con el propósito de determinar el impacto en el escurrimiento y erosión.

### RESULTADOS Y DISCUSION

La revisión bibliográfica muestra que los incendios forestales severos, sobre grandes extensiones tienen influencia en la presencia de avenidas, aumentos de los escurrimientos máximos y erosión en todas sus formas. La descarga de flujo instantáneo en los primeros dos años después del incendio puede incrementarse de uno a dos ordenes de magnitud comparado con áreas sin quema (Scott, 1993). La erosión también se incrementa sobre todo en áreas con alta severidad que puede variar de 0.01 a 110 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Robichaud *et al.*, 2000). Los factores de mayor influencia están relacionados con la severidad del fuego, cubierta del suelo, repelencia al agua, pendiente del terreno e intensidad de la lluvia. Severidad del fuego. Un incendio puede catalogarse en base al daño al mantillo forestal y generalmente se clasifica en tres severidades: alta, moderada y baja. Áreas con alta severidad incrementan el escurrimiento desde pequeños porcentajes hasta varias veces mayores que zonas no

quemadas o de baja severidad. La erosión generalmente tiene valores más dramáticos que el escurrimiento cuando se alcanzan niveles de varios ordenes de magnitud mayores que áreas no quemadas o de baja severidad (DeBano *et al.*, 1998).

Cubierta al suelo. La cubierta forestal protege al suelo de la lluvia, ofrece resistencia al escurrimiento que a su vez incrementa la infiltración. Se necesitan valores mayores de 50% de protección al suelo para tener una efectiva protección contra la erosión laminar y mayores de 70% contra la erosión en canalillos (Benavides-Solorio, 2003).

Precipitación. El efecto de las lluvias está más relacionado con la intensidad que con la cantidad. Lluvias de baja intensidad producen mínimo flujo y poca o no erosión, mientras que lluvias de alta intensidad producen altas tasas de escurrimiento y erosión. El escurrimiento generalmente no se presenta con lluvias menores de 10 mm h<sup>-1</sup> y lluvias mayores de 70 mm h<sup>-1</sup> pueden ser muy erosivas y catastróficas (Inbar *et al.*, 1998; Benavides-Solorio y MacDonald, 2001).

Pendiente y longitud de la pendiente. La pendiente controla la energía y la velocidad del flujo superficial mientras que la longitud controla la cantidad del flujo. Aunque es reconocido su efecto en el escurrimiento y la erosión en suelos agrícolas, después de los incendios forestales se han tenido resultados contradictorios, ya que se estima que otros factores como tipo de suelo, fisuras del suelo y encharcamiento son importantes.

Repelencia del suelo al agua. Este factor es importante porque reduce la infiltración de los suelos e incrementa el escurrimiento superficial. Lo cual influye en la energía del flujo laminar o energía del flujo en canalillos. Aunque se reconoce el efecto de este factor pocos

trabajos han demostrado el efecto de la repelencia al agua (Benavides-Solorio y MacDonald, 2001).

### CONCLUSIONES

Los incendios forestales pueden generar graves cambios en el escurrimiento y erosión. El efecto puede llegar a observarse en varios ordenes de magnitud mayores que áreas sin disturbio. Los principales factores que influyen son: severidad del fuego, precipitación, repelencia al agua, pendiente y longitud de la pendiente.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Benavides-Solorio, J. y L. H. MacDonald. 2001. Post-fire runoff and erosion from simulated rainfall on small plots. Colorado Front Range. Hydrological Processes 15:2931-2952.
- Benavides-Solorio, J. 2003. Post-fire runoff and erosion at the plot and hillslope scale, Colorado Front Range. Ph. D. Dissertation. Colorado State University. Fort Collins, CO. 210 p.
- DeBano, L. F., D. G. Neary y P. F. Ffolliott. 1998. Fire's effects on ecosystems. John Wiley & Sons, New York, 333 p.
- Inbar, M. M. Tamir y L. Wittenberg. 1998. Runoff and erosion processes after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area. Geomorphology 24: 17-33.
- Robichaud, P. R., J. L. Beyers y D. G. Neary. 2000. Evaluating the effectiveness of postfire rehabilitation treatments. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-63. USDA-FS. Fort Collins, 85 p.
- Scott, D. F. 1993. The hydrological effects of fire in South African mountain catchments. Journal of Hydrology 150: 409-432.

## EFFECTO DE PENDIENTE EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES LIGEROS POR QUEMAS CONTROLADAS EN TOPIA, DURANGO.

Juan Bautista Rentería Aníma, Becario de Inifap-Conacyt en el Programa de Doctorado en Recursos Naturales, Fac. de Ciencias Forestales, UANL. Correo-e: [j\\_b\\_renteria@dgco.megared.net.mx](mailto:j_b_renteria@dgco.megared.net.mx)  
 Eduardo Javier Treviño Garza, Profesor Investigador Fac. de Ciencias Forestales, UANL. Correo-e: [ejtrevi@ict.uanl.mx](mailto:ejtrevi@ict.uanl.mx)  
 Carlos Zapata Pérez, Salvador Gallegos Paniagua, Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral "Topia", S. C., Correo-e: [scodelf@xerinet.com.mx](mailto:scodelf@xerinet.com.mx)

### Introducción

Quema prescrita es una herramienta usada para mejorar la salud del bosque y reducir el potencial de incendios catastróficos. La producción forestal que se realiza en el estado de Durango, deja en las áreas de extracción una enorme cantidad de materiales de desecho, generalmente combustibles, que adicionados a los materiales acumulados por caída natural, representan un alto riesgo para el inicio y propagación de incendios forestales, en la época seca del año, los meses de marzo a junio. Los combustibles ligeros presentes en dichas áreas, por ser de fácil y rápida ignición, propician que estas zonas sean consideradas como de alto riesgo para la proliferación de incendios.

El presente estudio se desarrolló en la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral (UCODEFI) "Topia", S. C. del estado de Durango, con el objetivo de evaluar el consumo de combustibles ligeros mediante la aplicación de quemadas controladas en diferentes gradientes de pendiente. Para ello se contó con el apoyo del PRODEFOR en su convocatoria 2001.

### Materiales y métodos

#### Localización del área de estudio

El estudio se desarrolló en el ejido forestal Topia, Municipio de Topia, en el área de influencia de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral "Topia", S. C. en el estado de Durango. Para ello, se seleccionaron áreas con cargas de combustibles homogéneas en masas mezcladas de *Pinus durangensis* Mz. y *P. arizonica* Engel. con el mismo tratamiento silvícola, en este caso de selección, donde se ubicaron las unidades experimentales en función de la pendiente.

#### Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro gradientes de pendiente como tratamientos: 0%, 15%, 30% y mayor de 40%, con dos repeticiones, para un total de ocho unidades experimentales para el estudio. El modelo matemático del diseño experimental utilizado es:

$$Y_i = \mu + \tau_i + \epsilon_i$$

#### Donde:

$Y_i$  = Variable respuesta (combustible ligero quemado)  
 $\mu$  = Efecto de la media  
 $\tau_i$  = Efecto del tratamiento  
 $\epsilon_i$  = Error aleatorio

#### Unidades experimentales

Se establecieron unidades experimentales de 30 x 30 m (900 m<sup>2</sup>), con brechas cortafuego de dos m de ancho. Las unidades fueron debidamente señaladas mediante estacas de metal y madera, además de su ubicación con geoposicionador para su localización después de la aplicación de la quema.

#### Inventario de combustibles ligeros

Se realizó una estimación de manatillo y hojarasca por metro cuadrado, utilizando cuadros de muestreo de 30 x 30 cm, tomándose 11 muestras por unidad experimental que suman el metro cuadrado. La colecta se realizó tomando el material liviano encontrado en la superficie, eliminando piedras, conos, ramas, etc., a fin de no alterar el peso de las muestras. El material colectado se mezcló para uniformizar las muestras, tomándose tres submuestras de 100 g cada una, a las que se les eliminó el contenido de humedad en estufa de secado, con la finalidad de obtener peso seco y referirlo al peso total por metro cuadrado, mismo que posteriormente se extrapoló a la hectárea, para estimar el peso en toneladas por hectárea de cada unidad experimental. La estimación se realizó antes y después de quemar (Sánchez y Zerecero 1983).

#### Aplicación de fuego

Para la aplicación de las quemadas (Figura 1) se atendió la Norma Oficial Mexicana NOM 015-SEMARNAP/SAGAR-1997, que regula el uso del fuego en terrenos forestales, fue realizada en marzo de 2002 por técnicos y productores de la misma UCODEFI Topia.



Figura 1. Aplicación de quemadas controladas por productores y técnicos forestales en Ejido Topia, Dgo. (Febrero de 2001).

#### Resultados y Discusión

El inventario de combustibles ligeros por sitio se en toneladas por ha se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Análisis de varianza para combustible ligero quemado en la UCODEFI Topia, Dgo.

SITIO	Comb. antes de la quema (Ton/ha)	Comb. después de la quema (Ton/ha)	Diferencia (Comb. quemado) (Ton/ha)
1 (0%)	11.04	3.20	7.84
2 (30%)	10.25	4.28	5.97
3 (15%)	11.99	7.37	4.42
4 (>40%)	5.96	5.58	0.08
1 (0%)	10.63	4.40	6.23
2 (30%)	7.87	4.21	3.66
3 (15%)	9.13	6.41	2.72
4 (>40%)	3.64	3.61	0.03

El análisis de varianza que soportó estadísticamente el estudio, arrojó los siguientes resultados: se obtuvo una  $R^2=0.89$  y diferencia significativa para el modelo con  $Pr>F=0.0187$  ( $\alpha=0.05$ ), es decir, se acepta ha: al menos un tratamiento es diferente a los demás (diferencia entre tratamientos), por lo que la prueba es estadísticamente válida (Cuadro 2).

Cuadro 2: Análisis de varianza para combustible ligero quemado en la UCODEFI Topia, Dgo.

FV	GL	SC	CM	F	Prob>F
Treat	3	81.0044	17.0014	17.79	0.0187
Error	4	5.7703	1.4425		
Total	7	86.7747			

$R^2 = 0.8983$  C.V. = 30.8463 Raíz de CME = 1.2010

La prueba de comparación de medias de rangos estudentizados de Tukey muestra diferencia significativa entre los tratamientos 1 (0%) y 4 (>40%) con nivel de  $\alpha=0.05$ ; los tratamientos 2 (30%) y 3 (15%) resultaron estadísticamente iguales (Cuadro 3), correspondiendo el mayor consumo de combustible a las pendientes menores.

Cuadro 3: Análisis de varianza para combustible ligero quemado en la UCODEFI Topia, Dgo.

TRAT.	VALOR MEDIO	AGRUP.	TUKEY	N
Pendiente 0%	7.838	A		2
Pendiente 30%	4.815	AB		2
Pendiente 15%	3.670	AB		2
Pendiente >40%	0.088	B		2

La prueba de contrastes ortogonales entre pares de tratamientos indica diferencia altamente significativa entre las pendientes 0 y >40%, y diferencias significativas entre las pendientes 0 y 15%, 30 y >40% y 15 y >40%. No hubo diferencia estadística entre 15 y 30%.

#### Conclusiones

En general la quema disminuyó las cargas de combustibles ligeros, en hasta 7.84 ton/ha en la menor pendiente y un promedio de 3.89 ton/ha en general.

La mayor diferencia se presentó entre las pendientes 0% y >40%, siendo mayor el consumo en la pendiente menor.

No hubo diferencia en reducción de combustibles con la aplicación de quema en pendientes de entre 15 y 30%.

En ese sentido, se recomienda la aplicación de quemadas controladas como una práctica efectiva para controlar las cargas de combustibles en pendientes hasta 30%, con fines de prevención de incendios forestales.

#### Literatura citada

NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997. 1999. Diario Oficial de la Federación.  
 Sánchez, C. J. y Zerecero L. G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles ligeros y hojarasca. Nota Divulgativa N° 9. Cifera. Inf. 58. San. México. ep.

ENEMIGOS NATURALES DEL PSÍLIDO *Glycaspis brimblecombei* Y PARASITISMO POR *Psyllaephagus bilteus* EN LA CD. DE DURANGO

Mónica Yazmin Flores Villegas<sup>1</sup>  
M. C. Rebeca Álvarez Zagoya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tesista, Esc. Cien. For. - UJED monik\_02mx@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Lab. Ent.

CIIDIR-IPN U. Dgo. COFAA. rnz\_ciidir@yahoo.com Proys. SIVILLA 20000406020, CGP/ 290275

INTRODUCCIÓN

La llegada del psílido *Glycaspis brimblecombei* Moore a México en 1998, constituye la principal causa de defoliación y mortalidad de eucalptos rojos (Cibrán, 2002). En Durango, se detectó en Agosto 2001 (Álvarez y Piedra, 2001). Es de importancia el estudio de las diferentes alternativas de control de la plaga, entre las cuales se encuentra el control biológico, mediante especies nativas o introducidas, como es el caso de la avispa *Psyllaephagus bilteus*. Esta fue liberada en julio del 2002 en la ciudad por parte de la CONAFOR-Dgo. (CONAFOR, 2002).

El estudio de los enemigos naturales es de importancia para mantener la población a baja densidad. Debido a lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar a los enemigos naturales que actúan como control potencial del psílido del eucalpto, el nivel de parasitismo por la avispa y su distribución en la ciudad de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Parque Guadiana de la Ciudad de Durango y en el Laboratorio de Entomología del CIIDIR-IPN Unidad Durango.

Evaluación de los enemigos potenciales.

Se realizaron muestreos semanales sobre 10 árboles elegidos al azar. Se utilizaron platos, después procedió a retirar los insectos que caen en estos, y se almacenaron en frascos con solución de alcohol al 70%, para su revisión en el laboratorio. Se procesaron mediante claves taxonómicas para su identificación.

Porcentaje de parasitismo.

Para la obtención y evaluación del parasitismo, se eligieron al azar 3 árboles por área (con y sin riego). En cada árbol se revisaron 10 hojas, siendo un total de 30 hojas por muestreo (formato del Ing. Guillermo Sánchez Martínez del INIFAP-AGS), en los que se contó el número total de ninfas del psílido presentes en el haz de las hojas, se revisaron las ninfas sanas y parasitadas del 4º y 5º estadio, para la

búsqueda de las pupas de la avispa parasitoide.

Distribución del parasitismo.

Para conocer ésta en la Ciudad de Durango y sus alrededores, se aplicó el formato anterior en los diferentes puntos cardinales. Las áreas fueron: Boulevard Domingo Arrieta, Escuela Secundaria Técnica # 19, Fracc. Jardines de Durango, Aeropuerto, Escuela de Ciencias Forestales y el Zoológico Sahuatoba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de los enemigos potenciales.

Se contabilizó un total de 1,774 insectos colectados en el periodo Septiembre 2002 -Marzo 2003. Del total de insectos colectados, se consideraron 5 órdenes de organismos benéficos potenciales para el control del psílido *Glycaspis brimblecombei* en el Parque Guadiana: cuatro géneros de coleópteros de la familia *Coccinellidae* (*Cila v-nigrum* Mulsant, *Hippodamia convergens* Guérin, *Harmonia axyridis* Pallas, *Chilocorus* sp.); tres familias de chinches *Pentatomidae*, *Anthracorididae* (*Anthracoris nemoralis*, *Orius* spp.) y *Reduviidae* (*Zelus* sp.), así como una familia de Neuroptera de la familia *Chrysopidae* (*Chrysopa* spp.), la avispa de la familia *Encyrtidae* (*P. bilteus*) y de Araneida (por determinar 6 spp.). La chinche pirata *Orius* sp. fue llevada al laboratorio para observar la depredación sobre el psílido, depredando ninfas del 4º y 5º estadio.

Porcentaje de parasitismo.

De acuerdo con los datos que se tomaron, se muestran los resultados en la Figura 1, donde la población de ninfas sanas y parasitadas desciende al aumentar la humedad relativa. Al disminuir esta, se elevó la población de ninfas sanas y esto hace que el nivel de parasitismo, por consecuencia, también se elevara.

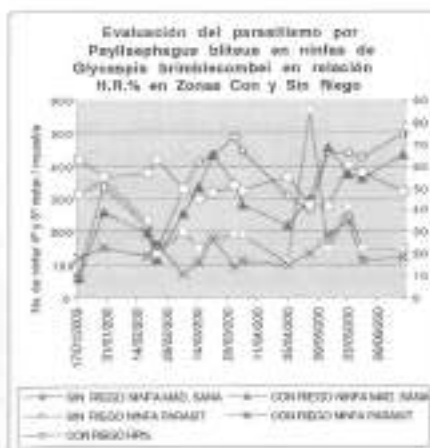


Figura 1. Comparación de la población de ninfas sanas y parasitadas, humedad relativa, en zonas con y sin riego.

Distribución del parasitismo.

Como resultado de los muestreos en diversos puntos de la ciudad de Marzo a Abril 2003, el cuadro 2 nos muestra que se encontraron ninfas momificadas de 4º y 5º estadio a causa del parasitismo, lo cual indica que *P. bilteus* ya está establecido en la ciudad.

Ubicación	Ninfas sanas (4º y 5º)	N y N Parasitadas	N de N Parasitadas	% Parasitismo de N4 y N5
P. G. Guadiana	281	197	1	0.51
Bvd. Durango, A.	305	434	38	8.55
Zoológico	320	431	19	4.37
E.C.F.P.	324	135	1	0.73
TOTAL	1,250	1,207	59	4.85

Cuadro 2. Parasitismo presente en la ciudad de Durango.

CONCLUSIONES

1. Los insectos que actúan como depredadores potenciales del psílido del eucalpto son del orden Hemiptera, siendo las chinches piratas *Orius* spp. efectivas para atacar a los estados inmaduros del psílido.
2. El nivel de parasitismo de *P. bilteus* en ninfas 4º y 5º estadio, es menor en zonas que no cuentan con riego debido a la baja humedad relativa tanto en el suelo como en el ambiente.
3. Para el mes de marzo 2003 el parasitismo *Psyllaephagus bilteus* se encontró establecido y distribuido en la ciudad de Durango, mostrando un 0.5% a un 6.5% de parasitismo ninfal N4 y N5.

Bibliografía Citada

- Álvarez Z. R. y M. Piedra S. 2001. Detección, distribución y dinámica poblacional del psílido del eucalpto (G. b.) en Durango. Memorias de la II Reunión Estatal de Ciencia y Tecnol. UJED, COCYTED. Nov. Durango. pp. 239-240.
- Cibrán T., D. 2002. Conchuela del eucalpto G. b. (Hom: Psyllidae: Spondylaspididae) una nueva plaga del eucalpto introducida a México. Memorias del XXVIII Simp. Nacional de Par. Agrícola. Sept. Acapulco, Gro. pp. 179-181.
- CONAFOR-DGO. 2002. Liberación de la avispa P.b. en Durango. Cardoso N., G. y A. Benítez.
- CONAGUA-DGO. 2002. Datos climatológicos del 2001-2003 en la Cd. de Durango.
- Lomelí F., R.; Clemente M., K. G. y Equihua M., A. 2002. Factibilidad del uso de depredadores en el control del psílido del eucalpto G. b. (Hom: Spondylaspididae) en México. Resúmenes de la Reunión NAPPO-SEMARNAT. Junio. Cuernavaca, Mor. 23 p.

ESTADO FITOSANITARIO DE LA LECHUGUILLA (*Agave lechuguilla*) TORREY,  
EN SIETE COMUNIDADES DEL SUR DE COAHUILA.

Jorge David Flores Flores (1)  
José María Perales Garza (2)  
Juan Antonio Niño Maza (3)

**INTRODUCCIÓN.** La lechuguilla es una planta ampliamente distribuida en el Norte de México. Se estima que existen más de 154,000 km<sup>2</sup> cubiertos con este recurso, del cual más de cien mil familias rurales obtienen sus principales ingresos económicos. (1,2).

El presente trabajo se planteó con el objeto de conocer el estado fitosanitario de la lechuguilla en las comunidades de mayor aprovechamiento, en el Sur de Coah., para lo cual se consideró fundamentalmente identificar los principales problemas parasitológicos y evaluar sus daños.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** En cada comunidad estudiada se establecieron tres sitios permanentes de muestreo, y dentro de estos se muestrearon al azar todas las plantas existentes en 10 m<sup>2</sup> tomados al azar e individualmente, para lo cual se utilizó un marco de alambre el cual era arrojado en forma aleatoria. Los muestreos se hicieron semanalmente haciéndose colectas manuales de insectos, registrando sus daños y hábitos, y cuantificando el daño realizado a nivel de cogollo. De igual forma se registró la densidad poblacional de lechuguilla por m<sup>2</sup> y se cuantificó la producción de fibra obtenida por sitio de muestreo, en las diferentes comunidades estudiadas.

**RESULTADOS.** Las plagas que resultaron ser más dañinas a la lechuguilla en esta región son: El picudo *Peltophorus polymitus* (COLEÓTERA-CURCULIONIDAE), que realiza perforaciones concéntricas en las hojas tiernas y cogollos, ocasionando que la fibra extraída sea quebradiza y poco comercial. El gusano cogollero *Megathymus* sp (LEPIDÓPTERA), barrena el cogollo desde la parte apical hasta la base del mismo, provocando trozaduras de la fibra y haciéndola prácticamente inservible para los fines de la industria litéra. El picudo *Scyphophorus interstitialis* (COLEÓPTERA-CURCULIONIDAE) que causa lesiones a nivel de sistema radicular o anillo. Otras plagas detectadas fueron escamas, chapulines, roedores, luzas y logomorfos.

Las enfermedades más importantes fueron una fumagina y la alternaria.

*Peltophorus polymitus* y *Megathymus* sp causaron serias pérdidas en el rendimiento por hectárea de fibra de lechuguilla llegando a ser más impactantes en las comunidades de Zertuche e Hipólito, en los que el total de pérdidas fue de 52.4% y 37.2%, respectivamente.

**CONCLUSIONES.** Se concluye que el estado fitosanitario de la lechuguilla en el sur de Coahuila es muy alarmante, ya que los daños ocasionados por las plagas y enfermedades en la mayoría de las comunidades estudiadas rebasa el 50%.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Marroquín, J.S., G. Borja, C.R. Velásquez y J.A. de la Cruz (1984). Estudio Ecológico y Económico de las Zonas Áridas del Noreste de México. Publicación Especial No. 2. INIF-SAG. México
2. La Forestal F.C.L. (1982). Memorias de Actividades 1979-1982. Federación de cooperativas litéras. La forestal F.C. L. Saltillo, Coah.

(1). Profesor-Inv. Depto Forestal. UAAAN, Saltillo, Coah., jdflores@terra.com.mx

(2). Alumno Tesista

(3). Profesor Adjunto Depto de Parasitología.

#### Evaluación de combustibles forestales en el Ejido Pueblo Nuevo, Durango

Carlos Alfonso Muñoz Robles<sup>1</sup>, Daniel Núñez López<sup>1</sup>, Juan B. Rentería Ánima<sup>2</sup>  
Eduardo J. Treviño Garza<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ecología, A.C. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias <sup>3</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León

#### Introducción

En México, la mayoría de los incendios forestales se inician con fines específicos, tales como el desmonte de la tierra y su preparación para la agricultura y el pastoreo de ganado, así como para aumentar el rendimiento de algunos productos forestales. Aunado a esto, desde el año de 1988, en México, han ocurrido eventos de sequía de intensidad considerable, lo que ha aumentado la incidencia de incendios forestales. Desde ese año, se ha puesto particular atención a este problema y se han generado diversas acciones de apoyo para la prevención, combate y control de incendios forestales, tanto en áreas protegidas como en zonas de aprovechamiento forestal. Ante esta problemática, se encuentra en desarrollo el índice de peligro de incendios para el Ejido Pueblo Nuevo, en el cual una de las variables de mayor importancia es el complejo de combustibles forestales.

#### Objetivo

Evaluar el complejo de combustibles forestales muertos en el ejido Pueblo Nuevo, Durango.

#### Materiales y métodos

El ejido Pueblo Nuevo está ubicado en el suroeste del estado de Durango, siendo sus coordenadas extremas 23° 9' y 23° 40' de latitud norte, y 105° 15' y 105° 45' de longitud oeste y ocupa una superficie de 243,349 ha.

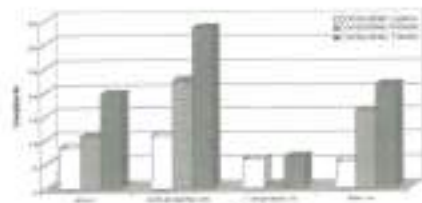
Se llevó a cabo un inventario de combustibles forestales con un diseño de muestreo estratificado al azar. Cada uno de los tratamientos silvícolas aplicados en las áreas de producción forestal del ejido constituyeron los estratos del muestreo. Los combustibles forestales evaluados en la presente investigación fueron los combustibles superficiales muertos y los combustibles forestales terrestres o cama de combustibles. Para el levantamiento de la información se empleó la técnica de

intersecciones planares, cuyos lineamientos han sido propuestos y revisados por Van Wagner (1982) y Brown (1974, 1982). Cada sitio de muestreo consistió en la ubicación de una línea de 20 m de longitud, cuya dirección fue definida aleatoriamente. Las partículas leñosas intersectadas por la línea cuya clase diamétrica fuese de 0.1 a 2.5 cm de diámetro se registraron durante el primer metro de la línea, las partículas con clase diamétrica de 2.5 a 7.5 cm, se midieron a través de los primeros 4 metros de longitud de la línea, y, finalmente, las partículas con diámetros mayores a 7.5 cm se midieron en la totalidad de la longitud de la línea. La cama de combustibles se evaluó en 1 m<sup>2</sup>, compuesto por 4 cuadrantes de 25 m<sup>2</sup> distribuidos a lo largo de la línea. Cada cuadrante fue pesado in situ y finalmente se tomó una submuestra de 200 g para su posterior secado en el laboratorio. Se registró, además, la profundidad del mantillo a los 5, 10, 15 y 20 metros de longitud de la línea. Se consideró como cama de combustibles a todas aquellas partículas como hojarasca, hojas, conos y ramillas comprendidas desde el suelo hasta la parte superior de la superficie del piso forestal.

#### Resultados

La mayor cantidad de combustibles forestales se encontró en rodales bajo el tratamiento de corta de regeneración, seguido por rodales con cortas de selección y aclareos. En los tratamientos de selección y aclareos, la cantidad total de combustibles forestales es muy similar, aunque por tipo de combustible varían considerablemente. Por otra parte, la profundidad de la cama de combustibles en áreas de aclareos resultó mayor que en áreas de cortas de liberación y cortas de selección, debido principalmente a que la densidad del arbolado en áreas con cortas intermedias es mayor, ocasionando que la caída de hojas a la superficie del suelo sea también mayor.





#### Discusión

El tratamiento de cortas de regeneración implica residuos de corta de clases diamétricas mayores, ya que el derribo de gran parte del arbolado adulto ocasiona que existan cantidades considerables de ramas y trozas de grandes dimensiones. Para el caso de sitios con cortas de selección, existen partículas con mayores dimensiones debido, en gran medida a que la inaccesibilidad a estas áreas en muchas ocasiones impide la extracción de la madera, aunque no el derribo, y el caso contrario se presenta en rodales regulares, con tratamientos intermedios en donde el arbolado derribado es extraído en su totalidad. En zonas con tratamientos de cortas de liberación se ha encontrado la menor cantidad de combustibles forestales, debido a que en estos rodales existe un bajo volumen residual de madera, y una vez aplicado el tratamiento silvícola, son pocos los individuos derribados.

#### Conclusión

La incorporación de las cantidades y tipo de los combustibles forestales a los planes de manejo forestal permiten identificar las zonas en donde existe la mayor acumulación de partículas leñosas. Lo anterior apoya las decisiones en cuanto a la aplicación de quemas controladas y a la definición de áreas con peligro de incendios forestales.

#### Literatura citada

- Brown, J. K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. USDA Forest Service. General Technical Report INT-16. Utah, Estados Unidos de América. 24 p.
- Brown, J.K.; Oberheu, R. D.; Johnston, C. M. 1982. Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the interior west. USDA Forest Service.

General Technical Report INT-129. Estados Unidos de América. 48 p.

SEMARNAT. 2001. www.semarnat.gob.mx

Van Wagner, C.E. 1982. Practical aspects of the line intersect method. Petawawa National Forestry Institute. Canadian Forestry Service. Information Report PI-X-12 1982. Ontario, Canadá. 12 p.

Este estudio forma parte del proyecto "Identificación de áreas susceptibles a incendios forestales en periodos de sequía en el ejido Pueblo Nuevo, municipio de Pueblo Nuevo, Durango" financiado por el Fideicomiso de Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Durango (DGO-2002-C01-2583).

#### EVALUACION DEL ARBOLADO AFECTADO POR INCENDIOS EN BOSQUES DE PINO

Háctor Elgío ALANÍS MORALES, M.C. Investigador del INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Madera, Miguel CANO RODRÍGUEZ, Ing. Investigador del INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Madera, Melitón TENA VEGA, M.C. Investigador del INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Madera

**INTRODUCCIÓN.** En los bosques de clima templado-frío de la República Mexicana, generalmente existe un exceso de material combustible sin descomponer, ya sea en forma natural o por desperdicios de aprovechamientos forestales, lo cual representa un riesgo para la propagación de los incendios forestales. Los daños ocasionados por estos siniestros, dependen de la época del año en que se presentan, y de la intensidad y frecuencia del fuego en los bosques. El marqueo de los árboles dañados por los incendios, es una actividad incierta, sin embargo, los árboles que han sufrido poco daño son fáciles de identificar. Una gran cantidad de árboles pueden morir, pero otros se recuperan al presentarse las primeras lluvias. Por tal motivo es muy importante no realizar los aprovechamientos de contingencia en los árboles que puedan sobrevivir. El desarrollo futuro del rodal y su capacidad para recuperarse depende de la habilidad de quien realiza el marqueo. En el presente estudio, se observaron árboles del género *Pinus* de diferentes dimensiones, que fueron dañados por los incendios forestales que se presentaron en 1991 y en 1995, que afectaron a 40 Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS), en el Área Experimental Madera, con el objetivo de conocer cuáles individuos se pueden recuperar según su grado de afectación a las diferentes intensidades de fuego.

#### OBJETIVOS

Evaluar el impacto del fuego en el arbolado residual en los sitios incendiados

Evaluar el establecimiento de la regeneración natural

**REVISIÓN DE LITERATURA.** El fuego incontrolado, se ha considerado como uno de los factores más importantes en la destrucción de los bosques y el efecto sobre la vegetación, ha sido reportado en muchos países. Los resultados varían en cada caso, dependiendo del tipo de bosque, la intensidad y la frecuencia del fuego, el gradiente de pendiente, la época en que se presenta el incendio y la intensidad de las precipitaciones pluviales. En nuestro país existen pocos estudios del efecto que causan los incendios forestales en las comunidades vegetales, manejándose información en forma

empírica o procedente de otros países, principalmente de Estados Unidos y Canadá.

En el estado de Chihuahua casi la totalidad de los incendios forestales que se presentan son de tipo superficial, los cuales causan daños principalmente al pasto y renuevo y en algunas ocasiones al arbolado adulto. Sin embargo, estos incendios pueden causar daños al suelo provocando la erosión y por consecuencia el buen establecimiento de la cubierta vegetal (García, 1985).

Dieterich (1979), determinó que el 24 % de los árboles murieron después de cuatro años de que se presentó un incendio forestal, sobre todo aquellos que sufrieron daño a la copa en más de un 90 %. Herman (1964), identificó dos factores particularmente significativos: la longitud de copa dañada por incendio y la intensidad de éste en los árboles viechos. Este autor recomienda remover todos los árboles con más del 60 % de daño de copa, basado en un estudio de seis años de observación. Lynch (1959), reportó que la mortalidad del arbolado joven de pino ponderosa de 15 a 22.5 cm de diámetro está directamente relacionada con el porcentaje de las copas quemadas y que toda la mortalidad ocurre durante los primeros dos años después del incendio. Pearson *et al'* (1972), citó que un incendio destruyó completamente una zona no aclarada con un área basal de 16 pies cuadrados por acre, mientras que un área aclarada con 24 pies cuadrados por acre no sufrió daños.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** La carga de combustibles leñosos se determinó en las zonas aledañas a los rodales incendiados, según la metodología de Brown (1974), basada en la técnica de intersecciones planares sobre líneas de muestreo de 20 m de longitud. Los combustibles finos se muestrearon con un pie cuadrado en 11 puntos seleccionados, completando 1 m<sup>2</sup>. Una vez conociendo el porcentaje de humedad, se calculó la cantidad de estos combustibles en toneladas métricas por ha (Sánchez y Zarecaro, 1983). Se evaluaron los daños al fuste y a la copa de los árboles mayores de 7.5 cm de diámetro después del periodo de lluvias de verano e invierno, durante dos años después de los incendios, esperando el grado de recuperación del arbolado. Para

dicha evaluación se utilizó la Tabla de Miller (1990) modificada por Ortega y Sánchez (Inédito). Asimismo, se tomaron datos dendrométricos de cada uno de los árboles dentro del sitio (Género, diámetro normal, diámetro del tocón, corteza, altura total, edad y número de árboles. La dimensión de los sitios utilizados fueron de 1000 m<sup>2</sup>. La evaluación de la regeneración de pino se realizó cinco años después de los incendios. Esta fue considerada por categoría de altura (0.1-0.30 m, 0.31-1.00 m, 1.01-3.00 m y mayores de 3.00 m), en sitios permanentes de forma cuadrada (5 por 5 m), los cuales fueron distribuidos al azar en toda el área incendiada.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** El comportamiento del fuego de los incendios ocasionados en los sitios permanentes fueron de intensidad baja, media y alta, según la topografía, la densidad del arbolado y la cantidad de combustibles forestales presentes en los rodales. En la superficie afectada con intensidad baja el 90 % del arbolado se recuperó. Los rodales que fueron quemados con mediana intensidad, el 70 % del arbolado se recuperó. Se observó que es necesario reforestar 20 ha, que fueron afectados con una intensidad alta y que todos los árboles fueron dañados totalmente. Los factores que influyeron en la sobrevivencia de los árboles, debido a los efectos de los incendios forestales fueron: el porcentaje de daño al fuste y a la copa, a las cargas de material combustible disponible en el suelo, a la densidad del arbolado, pendiente del terreno y a la precipitación pluvial inmediatamente después del incendio.

Las cargas de combustibles leñosos, que se encontraron en las áreas aledañas de donde se presentaron los incendios, fueron hasta de 40 toneladas métricas por hectárea. La carga de combustibles ligeros que se evaluaron fueron hasta de 30 toneladas métricas por hectárea. Esta cantidad de materiales combustibles son excesivas, si se considera que cargas arriba de 25 toneladas métricas por hectárea, incrementan el riesgo de incendio de graves consecuencias, sobre todo en rodales jóvenes. El daño al arbolado adulto fue mínimo, ya que los sitios que tuvieron árboles con alturas arriba de los 12 m y diámetro mayor de 20 cm, se empezaron a recuperar después del período de lluvias de verano. Sin embargo, estos árboles se localizaron en áreas regularmente planas o de 15 % de pendiente. El daño en los árboles localizados en pendientes mayores del 40 % fue considerable. Las características dendrométricas

promedio de estos rodales fueron: 8 m de altura, 10 cm de diámetro y edad de 30 años. Sin embargo, en pendientes menores con densidades mayores de 2,000 árboles por hectárea sufrieron pérdidas totales. En la evaluación de la regeneración después de los siniestros, se encontró que en la categoría de altura de 0.1 a 0.30 m hubo un decremento del 35 % de arbolitos. Sin embargo, en las categorías de 0.31 a 1.00 m y de 1.01 a 3.00 m, hubo un incremento en el número de árboles por hectárea del 331 % y del 221 %. En la categoría de altura mayor de 3 m, únicamente se recuperó un 20 % de la cantidad de los árboles originales. La regeneración tan reducida por unidad de superficie se explica, porque la mayoría de los rodales son jóvenes y existe poco arbolado adulto.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** Los incendios afectaron considerablemente a los sitios con arbolado joven. La época de ocurrencia del incendio y el grado de daño al fuste y a la copa de los árboles, son factores primarios para predecir su mortalidad o sobrevivencia. Los árboles con daño medio, regularmente pueden sobrevivir al período crítico, durante las dos primeras temporadas de lluvias. Esperar al menos un período de lluvias para observar al arbolado que se puede recuperar. Remover en la primera intervención al arbolado que obviamente se encuentra muerto o tiene daños en más de un 80 % de su copa.

#### LITERATURA CITADA

- Brown, J.K. 1974. Handbook for inventory downed woody material. U.S. Dep. Agric., For. Serv. General Technical Report INT-15. 24 p.
- Dewarich, J.H. 1979. Recovery potential of fire-damaged southwestern ponderosa pine. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Research Note RM-379. 7 p.
- Garza-Villalón, E.R. 1983. Chihuahua y los incendios forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Centro de Investigaciones Forestales del Norte. Nota Técnica No. 4. 8p.
- Herman, F.R. 1954. A guide for marking fire-damaged ponderosa pine in the Southwest. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Rocky Mount. For. and Range Exp. Stn., Res. Note 13. 4 p.
- Lynch, D. W. 1959. Effects of a wildfire on mortality and growth of young ponderosa pine trees. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Interm. For. and Range Exp. Stn. Res. Note 55. 8 p.
- Ortega Ch., R. y Sánchez-Córdova, J. (Inédito). Tabla de Miller, 1990, modificada. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.
- Pearson, H.A., J.R. Davis and G.H. Schubert. 1972. Effects of wildfire on timber and forage production in Arizona. J. Range Manage. 25 (4): 290-293.
- Sánchez-Córdova, J. y Zencero-Leal, G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. Nota Div. No. 9 SARH-INIF-CIPONOR. 8p.

## EVALUACIÓN DEL FACTOR HUMANO COMO CAUSAL DE INCENDIOS FORESTALES

González Ramos Adalberto,  
Valdez Lazalde, J. René,  
Del Valle Paniagua, David.

### INTRODUCCION

Los incendios forestales en cuyas causas se encuentra presente el factor humano, no son sucesos aleatorios. Estos se localizan cerca de núcleos poblacionales y tienden a seguir patrones estacionales, semanales e incluso diarios. Así, la probabilidad de que se presente un incendio en un lugar dado se determina por la presencia y actividad de diversos agentes de ignición. En el presente estudio se evalúa la presencia de las actividades humanas como elementos motivadores en la génesis de incendios forestales en el Estado de México. Para ello, se están empleando las tecnologías de Sistemas de Información Geográficos (SIG) y Redes Neuronales Artificiales (RNA).

### OBJETIVOS

Determinar la relación que existe entre las actividades permanentes y eventuales del hombre con respecto a la incidencia de incendios forestales.

### MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron datos de puntos de calor ocurridos en el Estado de México para el período de 1999 a mediados del 2003. Estos datos fueron proporcionados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y representan de manera espacial los puntos o áreas en que se han registrado un aumento de temperatura sobre la superficie terrestre, proporcionando además información sobre la ubicación donde se encuentran. Estos puntos son considerados como el inicio de incendios forestales cuando cumplen con los parámetros que define CONABIO y que los diferencian de otras fuentes de calor. Además de la presencia de puntos de calor, esta fuente proporcionó información sobre donde su ubicación en coordenadas geográficas, cercanía a Áreas Naturales

Protegidas (ANP) y tipo de vegetación entre otros. Estas bases de datos se complementarán con información referente a la presencia de actividades humanas, entre ellas se encuentran la cercanía con vías de comunicación, a núcleos de población y a lugares de recreación. Asimismo, áreas donde se desarrollan actividades pecuarias, agrícolas, silvícolas e industriales. En estas bases de datos se relacionarán los puntos de calor con las características naturales e infraestructura del lugar. La base de datos será alimentada a una RNA, y posteriormente la misma será entrenada con los datos de puntos de calor correspondientes a los años de 1999 a 2002. Los datos del año 2003 serán usados para el período de prueba de la red. Los resultados serán representados de manera espacial mediante capas de vectores. Se plantea realizar la validación de los resultados obtenidos por la RNA, para evaluar su precisión y factibilidad de aplicación en otras áreas.

Colegio de Postgraduados, agonzalez@colpos.mx,  
valdez@colpos.mx, delvalle@colpos.mx

## FACTORES CAUSALES DE LA DECLINACIÓN DE BOSQUES DE ENCINOS EN "SIERRA DE LOBOS", GUANAJUATO

Luis Vázquez-Silva, Juan Carlos Tamarit-Urías, Juan Quintanar-Olguín  
Investigadores del INIFAP CIR-Centro, Campo Experimental San Martinito, Km 56.5  
Carretera Federal México-Puebla, C.P. 74100 Tlahuapan, Pue.  
E-mail: cesmar@compu-redes.net.mx

### INTRODUCCIÓN

En México, los bosques de encino por su diversidad y distribución forman el segundo ecosistema terrestre de mayor importancia. "Sierra de Lobos" se localiza al norte de León, Gto., tiene una superficie de 50000 hectáreas (SEMARNAT, 2001), su función básica es la captación de agua para la recarga del manto acuífero, mejorar la calidad del aire, regular el microclima y, recreación; la vegetación que presenta es bosque de encino, encino-pino y matorral xerófilo. Su problema principal es la presencia de una fuertes micosis y una alta mortandad de árboles de encino que está causando una declinación de sus bosques. De acuerdo con Luque *et al.*, (2001), la muerte de árboles de encinos no es un fenómeno nuevo; éstos mueren por causas bióticas y abióticas.

### OBJETIVO

Contribuir al conocimiento sobre la declinación de bosques de encinos en "Sierra de Lobos" Guanajuato, mediante la determinación de las especies susceptibles, la identificación de los factores bióticos causales y la estimación del nivel de infestación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se recorrieron los predios "Vergel de la Sierra", "Pocitos-Lobos" y "Pozo Redondo" como representativos del problema de alta mortandad. Se colectaron muestras de material entomológico y fitopatológico, así como

muestras botánicas de encinos para su identificación. Se realizó un muestreo sistemático, los sitios fueron circulares de dimensión fija de 0.1 ha, con una distancia entre sitios de 150 m y entre líneas de 200 m. Se tomaron datos de variables fisiográficas y dendrométricas para determinar su efecto en el nivel de infestación. Se tomaron observaciones respecto a pastoreo, actividades de recreación, saneamiento, clandestinaje, erosión y afectación del arbolado por incendios forestales. Con los datos obtenidos se realizó un análisis numérico, para cada variable en cada nivel de infestación se calculó el promedio de árboles por hectárea y especie.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de encinos presentes fueron *Quercus eduardii*, *Q. potosina*, *Q. laeta*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. Se determinó que *Q. eduardii* es más susceptible a la micosis, *Q. rugosa* fue menos susceptible, esto es debido a que de acuerdo con Panshin y deZeeuw (1980), solo el primero tiene un bajo contenido de extractivos y tilosas, lo que hace suponer que la menor concentración permite el libre tránsito del micelio en las células de la madera aumentándose el avance de la infestación; además *Q. eduardii* presentó un menor crecimiento en altura y diámetro y por tanto menor área basal en comparación con *Q. rugosa*, lo cual coincide con lo reportado por Luque *et al.*, (2001) quienes indican que árboles

con crecimiento limitado y dominados son más susceptibles a los patógenos. Se determinó que la micosis e infestación es causada por un efecto combinado de los hongos *Nectria galligena* Bres. e *Hypoxylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd, los cuales causan una rápida pérdida de vigor, muerte del arbolado y finalmente declinación. *N. galligena* causa deterioro en la base del fuste y ramas laterales de los árboles que han estado bajo estrés por sequía y heladas, esta situación característica coincide con lo reportado por Wegulo y Gleason (2001) que indican que *Nectria* es causa principal de enfermedad de árboles de maderas duras, sobre todo cuando éstos han padecido estrés por sequía, alta humedad o daño por heladas. El debilitamiento, agrietamiento y pérdida de la corteza es aprovechada para que *H. thouarsianum* se establezca y colonice rápidamente la corteza interna, albura y duramen. La ocurrencia de fuertes nevadas en los años 1997 y 2002, fuertes sequías e incendios forestales en 1998 y la actual presencia de la micosis, son evidencias que sugieren que fueron los factores que actuaron en forma combinada para que se diera un efecto detonador para la alta mortandad y declinación de los bosques de encinos. El nivel de infestación promedio por hectárea fue del 87.5%. Las variables fisiográficas que presentaron un efecto significativo en el nivel de infestación fueron la exposición y la pendiente. Se determinó que a menor diámetro, altura y área basal así como a un mayor número de rebrotes el nivel de infestación se incrementa. El fuerte pastoreo y alta intensidad de recreación, además de la falta de saneamiento y suelos someros crean condiciones favorables para que la infestación sea mayor sobre todo en

áreas con poca pendiente y baja cobertura principalmente en lomeríos y pequeñas mesetas.

### CONCLUSIONES

Los principales factores bióticos responsables de la declinación de los bosques de encino en "Sierra de Lobos" son el efecto combinado de *Nectria galligena* e *Hypoxylon thouarsianum*. La declinación está asociada a procesos de disturbio climático básicamente estrés por sequía y por temperaturas extremas ocasionadas por heladas e incendios forestales.

El nivel de infestación por hectárea fue del 87.5%. *Q. eduardii* es más susceptible a la infestación por los hongos, *Q. rugosa* es comparativamente resistente.

A menor diámetro y altura y a un mayor número de rebrotes, el nivel de infestación es mayor. Las variables fisiográficas que tuvieron efecto sobre el nivel de infestación fueron la exposición y la pendiente.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Luque J., J. Parladé y J. Pera. 2001. El declinamiento del alcornoque en Cataluña: síntomas y hongos asociados. *Sist. Recur. For.* Vol. 10 (2):271-289.  
Panshin, A. J. y deZeeuw, C. 1980. *Textbook of wood technology*. New York. U. S. A. Editorial McGraw-Hill. 4a. Edición. 722 p.  
SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001. Diagnóstico sanitario forestal en el estado de Guanajuato. Delegación Federal en el estado de Guanajuato. Irapuato, Gto. s/p.  
Wegulo S. y M. Gleason. 2001. *Fungal cankers of trees*. Department of Plant Pathology, Iowa State University, Ames, Iowa. 8 p.

Impacto del chupador de la savia a Eucalipto spp. "*Glycaspis brimblecombei*" en la Zona Conurbana de Guadalajara.

M. C. Jesús Hernández Alonso,  
Edith Rivera García.

Introducción

Después de la aparición del Psílido en el occidente del país en 1999 y de la poca atención a dicho parásito y confiado en el control biológico la plaga arazo logrando a infestar el 100% del follaje de cada árbol causando estragos en su desarrollo normal hasta causarle la muerte.

La mortandad de eucaliptos es significativa en la zona metropolitana de Guadalajara y otros sitios donde se monitoreo al desarrollo de la plaga. La pérdida de la masa arbórea oscila entre un 20% de la existencia de eucaliptos considerando que continuará la baja en más elementos debido a la férrea presencia de dicho parásito.

Son solo cuatro especies del género *Eucalyptus* que fueron ignoradas para el Psílido debido al alto contenido de aceites esenciales en las hojas, en donde menudísimas glándulas ricas en Cineol (en el caso de *Eucalyptus globulus* y *E. citriodora*).

Objetivo:

1. Evaluar el impacto que causó el ataque del Psílido en la vegetación desde el punto de vista ecológico y económico.
2. Establecer las directrices para el futuro del género *Eucalyptus* en la región.

Metodología:

Se realizó un muestreo sistemático a lo largo de transectos tomando como referencia las principales avenidas de la zona metropolitana de Guadalajara.

En cada punto se estableció cada 200 metros, y se evaluaron 5 árboles de la especie eucalipto.

Mediante el análisis de la regresión se determinó la relación de la variable mortandad e infestación.

El nivel de infestación es del 100% en las especies del género eucalipto a excepción de *Eucalyptus citriodora*, *E. globulus*, *E. citriodora*.

Resultados:

Los estragos causados por el Psílido en el género *Eucalyptus* dañaron de manera severa, dejando una estela de muerte,

mermando en un 20 %de los eucaliptos existentes a la zona metropolitana de Guadalajara.

Las pérdidas son millonarias desde el punto de vista económico con respecto a la madera y en cuestión ecológica se han dejado de aportar cientos de M<sup>3</sup> de oxígeno al perder una considerable fuente de biomasa, así como el efecto de la sombra al medio ambiente.

Discusión:

1. La pérdida drástica de árboles en la zona metropolitana de Guadalajara traerá como consecuencia alteración al medio ambiente ciudadano, a través de cambios extremos de temperatura.
2. Riesgos de caída de arbolado muerto sobre automotores, líneas y ciudadanos.
3. Cambio del paisaje urbanístico para la incidencia de mortandad.
4. Establecer las directrices para mejorar la silvicultura urbana en la región.

Bibliografía

Hernández A. 1986. Tesis profesional de licenciatura, Evaluación biológica y silvícola de una Plantación de *Eucalyptus spp.* En el Municipio de Zacualco de Torres Jalisco, pp. 23-27.

Hernández A. 2003. Reporte Técnico "Evaluación Fitosanitaria del Arbolado Público, en el Parque la Eucalera Municipio de Ocotlán, Jalisco, México".

IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES SOBRE LA INFILTRACIÓN Y EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN UN BOSQUE DE PINO

Héctor Eligio Alanís Morales, INIFAP-CIRNOC-Campo Exp. Campana-Madera, Av. Homero No. 3744 C.P. 31100, halanis57@latinmail.com Tel. (614) 4844040, Chihuahua, Chih.  
José de Jesús Návlar Cháidez, UANL-Facultad de Ciencias Forestales, JNAVAR@CCR.DSLUANL.MX Tel. (821) 2124895, Linares, Nuevo León

INTRODUCCIÓN.- En forma natural, los incendios han influido en la formación y evolución de muchos ecosistemas terrestres. En forma inducida, los incendios forestales sin control disturbán la sucesión y alteran los ecosistemas forestales, sobre todo cuando se presentan con cierta intensidad y frecuencia. Los incendios inducidos además de ocasionar daños económicos por la quema del volumen maderable, modifican el hábitat de la fauna silvestre y el microclima local. Los incendios forestales incontrolados también pueden modificar los procesos hidrológicos al reducir la infiltración e incrementar los escurrimientos superficiales propiciando la erosión del suelo.

OBJETIVO.- Conocer el efecto del fuego en los combustibles forestales, la cobertura vegetal y el mantillo orgánico y su relación con la infiltración y los escurrimientos superficiales en un bosque de pino en Madera, Chih.

REVISIÓN DE LITERATURA.- Los efectos de los incendios sobre el escurrimiento superficial y erosión, han sido reportados en muchos países y los resultados varían en cada caso dependiendo del tipo de bosque, la intensidad y frecuencia del fuego, el gradiente de pendiente, la época, y la intensidad de las precipitaciones pluviales. Onda y Yukawa (1964) demostraron que la cubierta vegetal y la capa de materia orgánica tienen un efecto en los altos grados de infiltración, en cambio en las áreas desprovistas de vegetación la infiltración se reduce. La capa de materia orgánica sirve posiblemente como un fenómeno de absorción que conduce a la lluvia hacia las capas inferiores del suelo. Cuando las capas orgánicas del suelo forestal son consumidas por el fuego y el suelo mineral queda expuesto, la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua se reducen (Onda y Yukawa, op. cit). El escurrimiento superficial y la erosión son regularmente el resultado de las bajas tasas de infiltración (Wells *et al.*, 1979). Simanton *et al.* (1988) reportaron que una comunidad de *Juniperus occidentalis* y *Artemisia tridentata* que fue quemada con diferentes intensidades de fuego incrementó el

escurrimiento superficial casi cuatro veces con las altas intensidades.

MATERIALES Y MÉTODOS.- La metodología para medir los escurrimientos superficiales fue mediante lotes fraccionarios usados en muchos experimentos. En total fueron establecidas 12 parcelas de escurrimiento en forma rectangular, con dimensiones de 5 por 20 m cada una, a favor de la pendiente. La captación del agua de escurrimiento se realizó mediante un vertedero de cemento conectado a un tubo PVC de cuatro pulgadas de diámetro que drenó los escurrimientos hacia dos tambos colectores de 200 l cada uno. Las seis unidades experimentales se ajustaron a un diseño completamente al azar, utilizando dos tratamientos con tres repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes:  
SQ - Testigos.

I - Tratamiento simulando un incendio natural, aplicándose el fuego a favor de la pendiente y en condiciones de sequía.

Los combustibles leñosos (ramillas, ramas y troncos), se inventariaron según la metodología de Brown (1974), basada en la técnica de intersecciones planares sobre una línea de muestreo de 20 m de longitud, ubicada en la parte media de cada parcela. Los combustibles finos o ligeros constituidos por hojarasca y ramillas muy finas, se muestrearon en un pie cuadrado (0.305 por 0.305 m) en 11 puntos seleccionados al azar, completando una superficie de 1 m<sup>2</sup> hasta la profundidad del inicio del suelo mineral (Sánchez y Zerocero 1983). El registro de la duración y cantidad de la lluvia fue realizado mediante un pluviógrafo de balanza, el cual fue ubicado en el centro del lote experimental. El registro se realizó tanto para las lluvias de verano como para las lluvias de invierno. Se realizaron tres pruebas de infiltración en cada parcela, utilizando los infiltrómetros cilíndricos sencillos. La medición del agua escurrida se efectuó en los tambos colectores, mediante una regla de 1.5 m de longitud, después de cada evento de precipitación durante tres años. El volumen de

agua escurrida fue determinado en mm. Los escurrimientos superficiales fueron sumados por evento de lluvia. La suma de los escurrimientos fue mediante regresiones entre los diferentes tratamientos. Las regresiones del tipo lineal fueron las que se ajustaron mejor. Las constantes, los coeficientes de determinación y el error estándar fueron estimados utilizando la técnica de los cuadrados mínimos en regresión no lineal.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Los combustibles totales antes de la aplicación de los tratamientos variaron desde 3.2 kg/m<sup>2</sup> hasta 5.8 kg/m<sup>2</sup>. Los combustibles totales después de la aplicación del fuego variaron desde 1.9 kg/m<sup>2</sup> con tratamiento I hasta 5.5 kg/m<sup>2</sup> con tratamiento SQ. El porcentaje promedio de reducción sobre la cantidad de combustibles totales en las tres parcelas con el tratamiento I fue de 55.3%. Las tasas promedio de infiltración observadas a los 60 min fueron de 0.85 cm min<sup>-1</sup> con una desviación estándar de 0.306 cm min<sup>-1</sup>. El modelo de Kostakov fue el que mejor se ajustó a las infiltraciones observadas en todas las parcelas experimentales. Las infiltraciones parecen estar relacionadas con la cantidad de combustibles totales, porcentaje de materia orgánica, cobertura vegetal y porcentaje de piedras. Las relaciones entre la suma de los escurrimientos de tratamientos testigo contra la suma de los escurrimientos de cada uno de los tratamientos de I se ajustaron bien a las regresiones lineales porque las probabilidades de los modelos fueron estadísticamente significativas (P>F = 0.0001). Los errores estándar (SE) fueron bajos. En los eventos de precipitación individuales los escurrimientos en los tambos colectores variaron desde 0 hasta 4.06 mm por evento de precipitación. Los escurrimientos se incrementaron con la aplicación del fuego. El incremento de los escurrimientos se debe parcialmente a la reducción de los combustibles. El efecto de la capa de hojarasca como control de infiltración y escurrimiento superficial ha sido demostrado por Onda y Yukawa (1994). Una vez que la capa de mantillo orgánico se reduce, la precipitación golpea al suelo parcialmente descubierto, disminuyendo las infiltraciones y aumentando los escurrimientos superficiales. DeBano (1981) también observó que la infiltración se reduce, debido a una capa hidrofóbica que se desarrolla durante el incendio inmediatamente debajo de la superficie del suelo mineral. Los escurrimientos se comportaron muy diferentes en todos los años en cada una de las parcelas, debido principalmente a la aplicación del fuego. Las fuentes de variación adicionales a los

tratamientos fueron cantidad de combustibles totales, capacidad de infiltración, cubierta vegetal y espesor de mantillo. En lo que respecta a los grupos de parcelas de igual tratamiento se observó que en todos los años las parcelas quemadas tuvieron mayores escurrimientos que las parcelas testigo.

La gran variación que existió en la duración, cantidad e intensidad de lluvia y la variación en la cantidad de combustibles totales en cada uno de las parcelas influyó en cierta medida en los escurrimientos superficiales del suelo. Sin embargo, el escurrimiento superficial después de aplicar el fuego estuvo relacionado principalmente por su impacto y por el espesor del mantillo. Después del fuego, el espesor de mantillo fue la variable de mayor influencia en la infiltración, ya que las parcelas con mayor cantidad de materiales finos, tuvieron las tasas de infiltración más elevadas. Por lo tanto es importante mantener cierta cantidad de materiales finos bajo la cubierta vegetal para que exista una buena tasa de infiltración, asimismo, para amortiguar el impacto de las lluvias intensas con la finalidad de evitar la disgregación de las partículas del suelo.

**CONCLUSIONES.** Los escurrimientos superficiales generados presentaron gran variación en cada una de las parcelas, debido principalmente a la aplicación del fuego, al espesor del mantillo y a la cantidad de combustibles disponibles en el suelo, sobre todo de los combustibles ligeros. Asimismo, los incendios forestales disminuyen las infiltraciones e incrementan los escurrimientos superficiales, probablemente también por el efecto hidrológico causado por la quema de la materia orgánica inmediatamente debajo de la superficie del suelo.

#### LITERATURA CITADA

- Baker, J. K. 1974. Handbook for inventory owned woody material. United States Department Agriculture, Forest Service, General Technical Report INT-16, 24 p.
- DeBano, L.F. 1981. Water repellent soils: a state-of-the-art. General Technical Report RM-49, U.S. Pacific Southwest Forest and Range Exp. Sta., USDA, Forest Service, Berkeley, Calif., USA, 21 p.
- Kostakov, A.M. 1932. On the dynamics of the infiltration of water precipitation in soils and on the necessity of studying it from dynamic point of view for purposes of amelioration. Trans. Com. T.C. III, No. 50:190. (in Moscow PWT A, p. 17-21).
- Onda, Y. & Yukawa, H. 1994. The influence of understorey and litter layer on the infiltration of forested hillslope. Proceedings of International Symposium on Forest Hydrology, Tokyo, Japan, p. 107-114.
- Sánchez Córdova, J. y Zerecero Leal, G. 1980. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles efusos e igníficos. Nota Técnica No. 9. SARH, INF-CFONOR, 30.
- Smardon, J.R., Wiegels, D.O. & Weltz, M.A. 1988. Runoff and sediment from a burned agricultural community. In Effects of the management of southwestern natural resources. Proceedings of the Symposium. USDA, Forest Service, General Technical Report RM-191, Tucson, AZ, USA, p. 222-228.
- Wells, G.D., DeBano, L.F., Lewis, C.E., Froelicher, R.L., Franklin, E.C., Froelicher, R.D. & Dure, P.H. 1970. Effects of fire on soil: A State Of Knowledge Review. USDA, Forest Service, General Technical Report WO-7, 30 p.

## PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA INFESTACIÓN DEL PSÍLIDO *Glycaspis brimblecombei* Moore EN DURANGO

M. C. Rebeca Álvarez Zagoya

Profesor Investigador, Lab. Entomol. CIIDIR-IPN Unidad Dgo., Sigma s/n, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango 34220, Dgo. raz\_cikdir@yahoo.com Becaría COFAA, Proys. SIVILLA 20000406020, CGPI 200276

#### INTRODUCCIÓN

Desde septiembre de 1999, el psílido *Glycaspis brimblecombei* Moore fue reportado por primera vez en el Noroeste de México<sup>(1)</sup>. A éste insecto se le considera especie cuarentenaria por ser originario de Australia y por ser de alto riesgo fitosanitario para México. A partir de su ingreso al país, la población del psílido se ha dispersado rápidamente por 25 estados, con un aumento poblacional que lo ha convertido en una plaga de importancia para los eucaliptos rojos<sup>(2)</sup>. El aspecto que causa al árbol debido a su alimentación, va desde la presencia de conchuelas de azúcar pequeñas y blancas, exudación de savia, puntos cloróticos, ennegrecimiento, apariencia sucia y pegajosa de las hojas, hasta la defoliación paulatina y posible muerte<sup>(3-5)</sup>.

La abundancia de árboles de eucalipto rojo varía en las entidades del país; mientras unos estados tienen plantaciones extensivas de ellos, otros apenas tienen un escaso número de eucaliptos. En el caso de la ciudad de Durango, los eucaliptos constituyen cerca del 50% de la vegetación arbórea en el área urbana<sup>(6)</sup>, siendo la especie *Eucalyptus camaldulensis* la de mayor abundancia<sup>(7)</sup>. En ellos, se detectó al psílido *G. brimblecombei* en Agosto de 2001, por Álvarez y Trejo<sup>(8)</sup>, hallando a su población en fase de inicio de infestación en algunas áreas de la ciudad, mientras que el psílido no estaba aún presente en zonas arboladas con eucalipto.

Es evidente la pérdida de estética del arbolado debido a la incidencia reiterativa que ejercen los psíldos sobre el follaje del eucalipto. La forma de detección y cuantificación de *G. brimblecombei* ha sido establecida a través de trabajos efectuados en California, EEUU, en años previos a 1998<sup>(9-11)</sup>, mediante el establecimiento de trampas pegajosas amarillas para la captura de insectos en estado adulto. La densidad que estos insectos cubren en la superficie de las trampas, permiten hacer contrastes con poblaciones de otras entidades federalistas, o en el extranjero. En Durango, el CIIDIR-IPN Unidad Dgo, ha registrado la

densidad de la plaga semanalmente desde su detección a la fecha<sup>(12)</sup>.

Sin embargo, en México, el formato EUC-1 propuesto para evaluar la tendencia en el avance del psílido<sup>(2)</sup>, no contempla una escala de evaluación del psílido que permita saber del grado de avance o retroceso de la plaga en determinada ciudad o entidad. Por tal motivo, el presente trabajo propone una metodología de evaluación que permite establecer categorías o niveles de infestación, mediante el número de insectos en estado inmaduro o en 'conchuela' del psílido *G. brimblecombei* en la ciudad de Durango<sup>(13)</sup>.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de evaluación propuesta por el Laboratorio de Entomología del CIIDIR-IPN Unidad Durango, se basa en categorías numéricas que van del cero al diez, es decir, van desde la ausencia del insecto a defoliación severa o muerte debida al efecto del psílido.

Esta se aplicó en árboles de eucalipto en diferentes partes de la ciudad de Durango, desde parques y jardines hasta camellones y boulevares, en Agosto 2001, Diciembre 2001, Agosto 2002 y Agosto 2003. Para cada punto a inspeccionar, se seleccionan al azar cuatro árboles de eucalipto. De cada árbol, se eligen 10 hojas y se cuantifica el número de ninfas (cubiertas por sus 'conchuelas de azúcar') presentes en el haz de cada hoja de eucalipto. Se promedian los valores de los niveles de daño de los cuatro árboles por punto muestreado, y el número que resulte equivaldrá al nivel de infestación en cada punto inspeccionado. Puede registrarse cada sitio mediante un geoposicionador, para facilitar la ubicación de los sitios que requieran alguna acción de control posterior.

Las categorías del nivel de daño son:

0. hoja sin insectos
1. hoja con 2 a 3 ninfas
2. hoja con 4 a 10 ninfas
3. hoja con 11 a 20 ninfas
4. hoja con 21 a 40 ninfas

- mas fumagina  
5. con más de 41 ninfas  
mas fumagina y manchado  
negruzco bajo las ramas  
6. árbol con defoliación inicial  
por efecto del psílido  
7. defoliación menor o igual al 25%  
8. defoliación de 26 - 50%  
9. defoliación de 51 - 75%  
10. defoliación de 76 - 100%, acorchamiento de corteza con alta probabilidad de morir

Los niveles de infestación son:

6. Sin infestación
6. Infestación incipiente
7. Infestación baja
8. Infestación media
9. Infestación alta
10. Infestación severa
11. Infestación con inicio de defoliación
12. Defoliación baja
13. Defoliación media
14. Defoliación alta
15. Defoliación severa - muerte

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aplicó la metodología registrando los sitios observados, se promediaron los valores de daño encontrados para cada árbol, y se le otorgó un nivel de infestación para cada sitio evaluado.

Para un mismo sitio, la infestación se encontró en los niveles de infestación baja (nivel 2) para Agosto del 2001; a un nivel de defoliación alta (nivel 9) para Agosto del 2002; disminuyendo nuevamente al nivel de defoliación baja (nivel 7) en Agosto del 2003, con la posibilidad de mayor recuperación del follaje en los meses subsiguientes. Esto será, si las condiciones ambientales continúan siendo propicias para la reducción poblacional del psílido, y debido también al control biológico, donde la avispa *P. dilzeus*<sup>11</sup> ha logrado su establecimiento desde principios del 2003 en la ciudad de Durango.

La metodología ha permitido dar secuencia del avance de la infestación y se muestra éste avance mediante mapas de infestación por el psílido en la ciudad, por año.

#### CONCLUSIONES

\* Las categorías del nivel de daño por árbol varían dentro de cada punto muestreado, dependiendo del vigor del arbolado.

\* Existe un aumento en el nivel de daño por árbol conforme aumenta la densidad del arbolado de eucalipto.

\* El nivel de infestación por área varía de acuerdo a la humedad relativa o heladas, en las estaciones del año en que se presenten<sup>12</sup>.  
Bibliografía Citada

<sup>1</sup>Alvarez Z., R.; M. Piedra S. 2001. Detección, distribución y dinámica poblacional del psílido del eucalipto (*G. brimblecombei*) en Durango. In: Mem. de la Reunión Estatal de Cien. y Tecnol. UJED, COCYTED. Nov. Durango, Dgo. pp. 239-240.

<sup>10</sup>Alvarez Z., R. et al. 2002. Cuantificación de la población del psílido *G. brimblecombei* en *E. camaldulensis* del Parque Guadiana de Durango. 49th Annual Meeting of the South Western Association of Naturalists, Cuernavaca, Mor. Abril, 2002.

<sup>11</sup>Cibrián T., D. 2002. Conchuela del eucalipto *G. brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae; Spondylaspidae) una nueva plaga del eucalipto introducida a México. Memorias del XXVIII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Sept. Acapulco, Gro. pp. 179-181.

<sup>12</sup>CONAFOR-DGO. 2002. Liberación de la avispa *P. dilzeus* en Durango. Cardosa N., G. y A. Benítez. Agosto. Durango, Dgo.

<sup>13</sup>CONAGUA-DGO. 2002. Datos climatológicos del 2001-2003 en la Ciudad de Durango. Observatorio Climatológico. Durango, Dgo.

<sup>14</sup>González E., M. 1998. Importancia de la selección adecuada de especies para plantaciones urbanas: el caso de la ciudad de Durango en 1997. Memorias XIV Congr. Mex. Botánica y VII Congr. Latinoamericano de Botánica. Octubre.

<sup>15</sup>Dahlsten, D. L. 2000. Center for Biological Control. University of California, Berkeley. Sitio en la red de internet.

5DMSP. 2001.A.G.Aguirre C., Subdir. Areas V. Com. per.

<sup>16</sup>Iniguez H., G. 2001. Conchuela del Eucalipto *G. brimblecombei* Plaga exótica del eucalipto. In: V Congr. Mex. Rec. For. Guadajajara, Jal. pp. 209-211.

<sup>17</sup>Hebert, S. E. et al. 2001. Two Eucalypt psyllids new to Florida (Hom. Psyllidae). Ent. Circ. 407, Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. July-August. Florida, USA. 2p.

<sup>18</sup>SEMARNAT-DF. 2001. El psílido del eucalipto *G. brimblecombei*, nueva plaga exótica presente en México. Subsecretaría de Recursos Naturales. Dirección Forestal. México, D.F. Mayo 2001. 16p.

<sup>19</sup>SEMARNAT-DF. 2002. NOM-EM-002-RECNAT-2002. Diario Oficial de la Federación. 30 Enero 2002. México, D. F. 11 p.

## PSÍLIDOS DEL EUCALIPTO *Glycaspis brimblecombei* y *Blastopsylla occidentalis*, EN *Eucalyptus camaldulensis* EN LA CIUDAD DE DURANGO.

Yeska María González Lozano 1, M. C. Rebeca Álvarez Zagoya 2

<sup>1</sup> Tesis, Esc. Cien. For. - UJED mayagoni@yahoo.com.mx.

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Lab. Ent., CIDIR-IPN Unidad Durango. COFAA, raz.cidir@yahoo.com  
Proyectos, SIVILLA 20000406020, CGPI 200275

#### INTRODUCCIÓN

Los psíidos *G. brimblecombei* Moore y *B. occidentalis* Taylor son nativos de Australia. La primera se reportó en 1938 en México como plaga exótica en el país<sup>(1)</sup>, mientras que la segunda fue reportada en México en 1991<sup>(2)</sup>. En el 2000, ambas se hallaron en la ciudad de Durango afectando árboles de eucalipto<sup>(3)</sup>. Los daños que causan son extracción de la savia foliar, y en el caso de *G.b.*, el establecimiento de fumagina lo que da coloración oscura al follaje y apariencia desagradable al árbol<sup>(4)</sup>. Con las infestaciones repetidas, ocurre la defoliación paulatina y secado de puntas y ramas, debilitamiento general, incremento en la susceptibilidad a otros insectos y eventualmente la muerte del árbol<sup>(5)</sup>.

El 50% del arbolado en las plantaciones urbanas de la ciudad de Durango pertenece al género *Eucalyptus*, correspondiendo el 95% de ellos a la especie *E. camaldulensis* o eucalipto rojo, el cual es hospedero de ambas especies de psíidos. En los Parques Guadiana y Sahualoba, el eucalipto rojo corresponde al 70% del arbolado, aproximadamente<sup>(6)</sup>.

El objetivo de este estudio es evaluar los niveles de infestación del psílido *G. brimblecombei* en algunas áreas de la ciudad de Durango, y su fluctuación poblacional, así como la población del psílido *B. occidentalis*, en áreas con riego y sin riego en el Parque Guadiana.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la fluctuación poblacional del psílido en las áreas del Parque Guadiana se realizó semanalmente durante el periodo de Febrero-Agosto del 2003, utilizando cajas petri desechables pintadas de color amarillo brillante, lo que funcionó como atrayente visual para estos insectos. Se untó aceite mineral en la parte interior de dichas cajas como material adherente, para su conteo bajo estereomicroscopio.

Se realizó un muestreo al azar que consistió en seleccionar 10 árboles colocando una trampa en cada uno, de los cuales cinco de ellos se

seleccionaron en un área sin riego y los otros cinco en un área con riego, para hacer una comparación semanal de la abundancia del psílido entre ambas áreas.

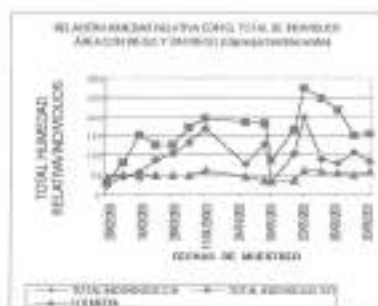
Posteriormente se procedió a hacer el sexado y conteo en cada trampa de adultos de machos y hembras del psílido, para saber cómo fluctúa la población en los árboles y llevar un registro acerca de este insecto.

Las áreas con presencia de eucalipto para la evaluación del nivel de infestación de la ciudad de Durango fueron: Blvd. Domingo Arrieta, Blvd. de Las Rosas, Zoológico Sahualoba, Parque Guadiana, Aeropuerto, Secundaria 19, Escuela de Ciencias Forestales, a las cuales se les aplicó un formato con los niveles de infestación propuesto por la SEMARNAT-DF<sup>(7)</sup>, modificado por Álvarez<sup>(8)</sup>.

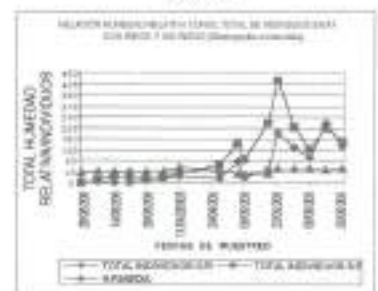
La evaluación de las áreas consistió en el levantamiento de cinco sitios en el Parque Guadiana y ocho en el Zoológico Sahualoba. Cada sitio fue de 1/10 de hectárea, tomándose el diámetro (DAP), altura y nivel de infestación de cada árbol. Para el Blvd. Domingo Arrieta, Blvd. de las Rosas, Sec.19, Esc. de Ciencias For. y Aeropuerto, se realizaron muestreos al azar correspondiendo al 50% del arbolado, ya que cuentan con una superficie menor a las áreas antes mencionadas.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fluctuación poblacional de los psíidos *G. brimblecombei* y *B. occidentalis*, corresponde a los muestreos del periodo de febrero-junio del 2003; teniendo para *G. brimblecombei* un total de 1531 individuos en área con riego y 2504 en área sin riego. Para *B. occidentalis* se tuvo 1078 en el área con riego y 1872 en área sin riego. En las gráficas 1 y 2 se muestran los resultados de la fluctuación de la población en relación a la humedad relativa.



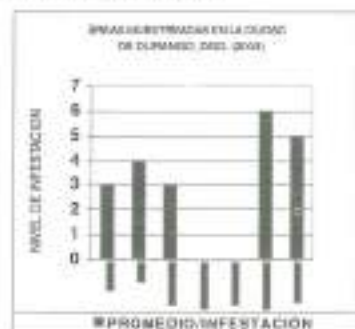
Gráfica 1. Evaluación de la fluctuación poblacional de *Glycaspis brimblecombei* en área con y sin riego, con relación a la humedad relativa



Gráfica 2. Evaluación de la fluctuación poblacional de *Blastopsylla occidentalis* en área con y sin riego, en relación a la humedad relativa

Evaluación de nivel de daño. En la gráfica 3 se observan los niveles de infestación promedio, por lo que hay reducción en el nivel de infestación de la plaga en comparación con el año 2002, de acuerdo a Alvarez *et al.* (8).

Gráfica 3. Niveles de infestación en diferentes áreas de la ciudad de Durango.



#### CONCLUSIONES

La densidad de *G. brimblecombei* es más alta que la de *B. occidentalis*. Ambas presentan mayor densidad en el área sin riego, que en las áreas con riego, influidas por la humedad relativa.

Los niveles de infestación más altos se ubican en el P. Guadiana y Zoológico Sahualoba, debido a hay mayor superficie con eucalptos, por lo que la infestación por *G. b.* se localiza preferentemente al oeste de la ciudad de Durango.

#### Bibliografía Citada

- <sup>1</sup>Alvarez Z., R.; M. Piedra S. 2001. Detección, distribución y dinámica poblacional del psílido del eucalipto (*G. b.*) en Durango. In: Memorias de la II Reunión Estatal de Ciencia y Tecnol. UJED, COCYTED. Nov. Durango, Dgo. pp. 239-240.
- <sup>2</sup>Alvarez Z., R. *et al.* 2002. Cuantificación de la población del psílido *G. brimblecombei* en E. camaldulensis del Parque Guadiana de Durango. 49th Annual Meeting of the South Western Association of Naturalists, Cuernavaca, Mor. Abril, 2002.
- <sup>3</sup>Cibrián T., D. 2002. Conchuela del eucalipto *G. b.* (Hom: Psylloidea; Spondylaspididae) una nueva plaga del eucalipto introducida a México. Memorias del XXVIII Simp. Nacional de Parasitología Agrícola. Sept. Acapulco, Gro. pp. 179-181.
- <sup>4</sup>DMSP. 2001. A.G. Aguirre C., Subdir. Areas V. Com. per.
- <sup>5</sup>Iniguez H., G. 2001. Conchuela del Eucalipto *G. brimblecombei* Plaga exótica del eucalipto. In: V Congr. Mex. Rec. For. Guadalupe, Jal. pp. 209-211.
- <sup>6</sup>Halbert, S. E. *et al.* 2001. Two Eucalypt psyllids new to Florida (Hom: Psyllidae). Ent. Circ. 407, Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. July-August. Florida, USA. 2p.
- <sup>7</sup>SEMARNAT-DF. 2002. NOM-EM-002-REC/NAT-2002. Diario Oficial de la Federación. 30 Enero. México, D. F.

#### Reconstrucción del historial y frecuencia de incendios en bosques mixtos de pino-encino en el Parque Ecológico Chipinque, Nuevo León, México

Marco Aurelio González Tagle<sup>1</sup>, Javier Jiménez Pérez<sup>2</sup>, Burkhard Müller Using<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctorante Universidad de Göttingen, Alemania, <sup>2</sup> Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales UANL, <sup>3</sup> Prof. de la Universidad Göttingen  
email: marco.gonzalez@stud.uni-goettingen.de

#### Introducción.

La importancia de los disturbios históricos a lo largo de las comunidades vegetales provee información necesaria para los objetivos en el manejo y restauración de ecosistemas<sup>1,4</sup>. Investigaciones en nuestro país acerca de patrones históricos de disturbios es escasa, hasta ahora se han concluido investigaciones realizadas en la Sierra Madre Oriental, estos estudios fueron realizados en 1998, pero proveen información general sobre patrones de disturbio y sucesión<sup>4</sup>.

#### Objetivos.

Los objetivos de la presente investigación son: a) analizar la relación existente entre el historial de incendios y los efectos de estos a lo largo de las estructuras de bosques mixtos en el Parque Ecológico Chipinque, b) documentar los patrones de aparición de incendios en el parque y c) determinar la frecuencia de incendios en la región.

#### Metodología

El área de estudio se encuentra en el Parque Ecológico Chipinque el cual se encuentra localizado en el estado de Nuevo León entre las coordenadas 250 33' y 250 35' Latitud Norte y 1000 18' y 1000 24' Latitud Este, se ubica en el flanco de la Sierra Madre oriental.

Dentro del parque se establecieron sitios de evaluación permanente en exposiciones Norte y Sur. Técnicas no destructivas fueron empleadas para

cuantificar los cambios de vegetación ocurridos en el tiempo a lo largo de las áreas incendiadas. Para detallar la fecha de incendios anteriores se recurrió a la técnica de crossdating<sup>2,5</sup> las muestras fueron obtenidas de individuos que presentaban cicatrices de incendios. También se recurrió al uso de fotografías aéreas y de base de datos como registros históricos.

#### Resultados y Discusiones

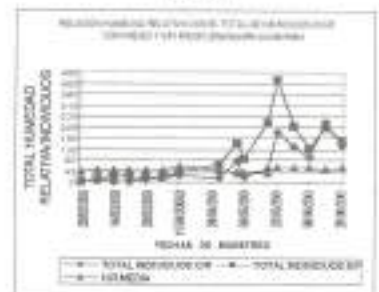
Se estableció una crono-secuencia natural por mas de 140 años, se reconstruyó para la comunidad de bosque mixto dentro del Parque Ecológico Chipinque, proveniente de diferentes áreas incendiadas a lo largo del tiempo. Se determinaron cinco fechas de incendios, los cuales acontecieron entre los periodos de 1860 a 1998, dichos eventos lograron establecer y reconstruir el historial de frecuencia de incendios. De acuerdo a los eventos registrados, se establecieron los intervalos de incendios, con los cuales se obtuvo la (Mean Fire Interval) para la región, la cual resultó de 34.5 años. Se calculó WMPi (Weibull Median Probability Interval). Tabla 1

Parámetros	valor
MFI	34.5
WMPi	37.06

Tabla 1. Parámetros para la interpretación del modelo MFIM.



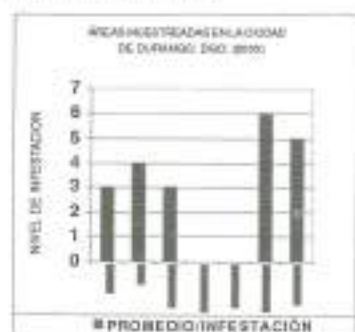
Gráfica 1. Evaluación de la fluctuación poblacional de *Glycosiphum brimblecombei* en área con y sin riego, con relación a la humedad relativa



Gráfica 2. Evaluación de la fluctuación poblacional de *Blastopsylla occidentalis* en área con y sin riego, en relación a la humedad relativa

Evaluación de nivel de daño. En la gráfica 3 se observan los niveles de infestación promedio, por lo que hay reducción en el nivel de infestación de la plaga en comparación con el año 2002, de acuerdo a Álvarez *et al.* (8).

Gráfica 3. Niveles de infestación en diferentes áreas de la ciudad de Durango.



#### CONCLUSIONES

La densidad de *G. brimblecombei* es más alta que la de *B. occidentalis*. Ambas presentan mayor densidad en el área sin riego, que en las áreas con riego, influidas por la humedad relativa.

Los niveles de infestación más altos se ubican en el P. Guadiana y Zoológico Sahatoba, debido a hay mayor superficie con eucaliptos, por lo que la infestación por *G. b.* se localiza preferentemente al oeste de la ciudad de Durango.

#### Bibliografía Citada

- Alvarez Z., R.; M. Piedra S. 2001. Detección, distribución y dinámica poblacional del psílido del eucalipto (*G. b.*) en Durango. In: Memorias de la II Reunión Estatal de Ciencia y Tecnol. UJED.COCYTEO. Nov. Durango, Dgo. pp. 239-240.
- Alvarez Z., R. *et al.* 2002. Cuantificación de la población del psílido *G. brimblecombei* en E. camaldulensis del Parque Guadiana de Durango. 49th Annual Meeting of the South Western Association of Naturalists, Cuernavaca, Mor. Abril, 2002.
- Clorán T., D. 2002. Conchuela del eucalipto *G. b.* (Hom: Psylloidea; Spondylaspididae) una nueva plaga del eucalipto introducida a México. Memorias del XXVIII Simp. Nacional de Parasitología Agrícola. Sept. Acapulco, Gro. pp. 179-181.
- DMSF. 2001. A.G. Aguirre C., Subdir. Areas V. Com. per.
- Iniguez H., G. 2001. Conchuela del Eucalipto *G. brimblecombei* Plaga exótica del eucalipto. In: V Congr. Mex. Rec. For. Guadalajara, Jal. pp. 209-211.
- Herbert, S. E. *et al.* 2001. Two Eucalypt psyllids new to Florida (Hom: Psyllidae). Ent. Circ. 407, Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. July-August. Florida, USA. 2p.
- JSEMARNAT-DF. 2002. NOM-EM-032-RECNAT-2002. Diario Oficial de la Federación. 30 Enero. México, D.F.

#### Reconstrucción del historial y frecuencia de incendios en bosques mixtos de pino-encino en el Parque Ecológico Chipinque, Nuevo León, México

Marco Aurelio González Tagüe<sup>1</sup>, Javier Jiménez Pérez<sup>2</sup>, Burkhard Møfer Using<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Doctorante Universidad de Göttingen, Alemania, <sup>2</sup> Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales UANL, <sup>3</sup> Prof. de la Universidad Göttingen  
 email: marco.gonzalez@stud.uni-goettingen.de

#### Introducción.

La importancia de los disturbios históricos a lo largo de las comunidades vegetales provee información necesaria para los objetivos en el manejo y restauración de ecosistemas<sup>1,2</sup>. Investigaciones en nuestro país acerca de patrones históricos de disturbios es escasa, hasta ahora se han concluido investigaciones realizadas en la Sierra Madre Oriental, estos estudios fueron realizados en 1998, pero proveen información general sobre patrones de disturbio y sucesión<sup>3</sup>.

#### Objetivos.

Los objetivos de la presente investigación son: a) analizar la relación existente entre el historial de incendios y los efectos de estos a lo largo de las estructuras de bosques mixtos en el Parque Ecológico Chipinque, b) documentar los patrones de aparición de incendios en el parque y c) determinar la frecuencia de incendios en la región.

#### Metodología

El área de estudio se encuentra en el Parque Ecológico Chipinque el cual se encuentra localizado en el estado de Nuevo León entre las coordenadas 250 33' y 250 35' Latitud Norte y 1000 18' y 1000 24' Latitud Este, se ubica en el flanco de la Sierra Madre oriental.

Dentro del parque se establecieron sitios de evaluación permanente en exposiciones Norte y Sur. Técnicas no destructivas fueron empleadas para

cuantificar los cambios de vegetación ocurridos en el tiempo a lo largo de las áreas incendiadas. Para detallar la fecha de incendios anteriores se recurrió a la técnica de crossdating<sup>2,4,5</sup> las muestras fueron obtenidas de individuos que presentaban cicatrices de incendios. También se recurrió al uso de fotografías aéreas y de base de datos como registros históricos.

#### Resultados y Discusiones

Se estableció una crono-secuencia natural por mas de 140 años, se reconstruyó para la comunidad de bosque mixto dentro del Parque Ecológico Chipinque, proveniente de diferentes áreas incendiadas a lo largo del tiempo. Se determinaron cinco fechas de incendios, los cuales acontecieron entre los periodos de 1860 a 1998, dichos eventos lograron establecer y reconstruir el historial de frecuencia de incendios. De acuerdo a los eventos registrados, se establecieron los intervalos de incendios, con los cuales se obtuvo la (Mean Fire Interval) para la región, la cual resulto de 34.5 años. Se calculo WMPI (Weibull Median Probability Interval). Tabla 1

Parámetros	valor
MFI	34.5
WMPI	37.06

Tabla 1. Parámetros para la interpretación del modelo MFIM.



(Método para definir la media del intervalo de incendios).

Con los datos de la distribución de Weibull se puede obtener la probabilidad que un rodal aparezca un nuevo evento, de acuerdo a la función  $\lambda(t) = c \cdot t^{c-1} / b^c$ . La gráfica 1 muestra la probabilidad de acuerdo a la una función de Weibull para el Parque Chipinque 1860 -1998

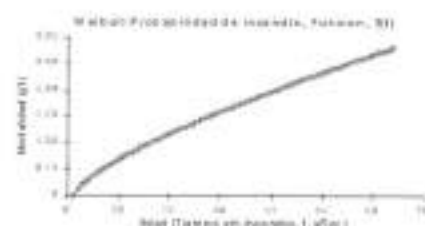


Figura 1 Probabilidad de incendio de acuerdo a la distribución de Weibull obtenida para el período de 1860 -1998.

#### Bibliografía

1. Agee, J. 1993, Fire Ecology of Pacific Northwest forest, Island Press. 53:75
2. Bergeron, Y. et. al.; 1998. Variability in Fire Frequency and Forest Composition in Canada's Southeastern Boreal Forest: A challenge for sustainable forest Management.
3. Bergeron, Y. and M. Dubuc. 1989 Succession in the southern part of the Canadian boreal forest, Vegetation 79: 51:63
4. Jiménez, J.; O. Aguirre, 1998. Evaluación de daño de los incendios ocurridos en 1998 en el Parque Ecológico Chipinque, FCF-Parque Chipinque
5. Stickney, P. and Campbell, 2000, Data Base for early postfire succession in Northern Rocky mountain forest.

General technical report RMRS-GTR-61CD

## REPRODUCCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE *Curculio* spp.: INSECTO PLAGA DE LAS BELLOTAS DE ENCINOS (*Quercus* spp.)

Luis Vázquez-Silva, Juan Carlos Tamarit-Urias  
Investigadores del INIFAP CIR-Centro, Campo Experimental San Martínito, Km 56.5 Carretera Federal México-Puebla, C.P. 74100 Tlahuapán, Pue.  
E-mail: cesmar@compu-redes.net.mx

### INTRODUCCIÓN

La producción y cosecha de germoplasma forestal se ve afectada y disminuida debido a que existe una gran variedad de agentes macro y microbiológicos que deterioran, destruyen o alimentan de las semillas. Las familias más importantes que afectan los conillos, conos y semillas son *Curculionidae*, *Scolytidae*, *Bruchidae*, *Anobiidae*, *Coreidae* y *Scutelleridae* (Cibrian *et al.*, 1995). En particular, el ataque a las bellotas de los encinos corresponde a especies aún no identificadas del género *Curculio* conocido comúnmente como el gorgojo de las bellotas que trae como consecuencia el avanamiento, aborto e inviabilidad de las semillas, que a su vez ocasiona una baja o nula germinación y regeneración natural de estos bosques (Zavala, 2001).

### OBJETIVO

Desarrollar una técnica para reproducir en condiciones de laboratorio al adulto de *Curculio* spp. insecto plaga de las bellotas de encinos que vegetan en los estados de Puebla y México, para determinar su ciclo biológico y su identificación a nivel de especie.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En noviembre de 2001 se colectaron bellotas maduras de árboles de encino y muestras botánicas para su posterior identificación en bosques de encino y encino-pino de la localidad de San Martínito en Santa Rita Tlahuapán, Pue. La colecta se realizó en rodales con

pobre regeneración natural. Para obtener las larvas, las bellotas se depositaron sobre una mesa en un cuarto cerrado a temperatura ambiente. Para obtener al adulto, se utilizaron cámaras de incubación dispuestas en un horno eléctrico, consistentes en recipientes de vidrio conteniendo tierra arable como sustrato previamente deshidratado a 105 °C y manteniéndolas húmedas hasta su capacidad de campo. Las larvas fueron depositadas sobre el sustrato. Se probó sustrato tamizado y sin tamizar y, diferentes temperaturas de incubación. Se determinó el ciclo biológico.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que las especies de encino cuyas bellotas son atacadas por el gorgojo (Figura 1A) son aquellas identificadas como *Quercus mexicana*, *Q. affinis*, *Q. glabrescens*, *Q. crassifolia* y *Q. laurina* que conforman el grupo de hospedantes del *Curculio* bajo estudio. El sustrato de soporte que dio los mejores resultados fue el que se le dio tratamiento de tamizado, la mejor temperatura en las cámaras de incubación de las larvas fue de 22 °C. Los adultos obtenidos fueron identificados como *Curculio humeralis* (Casey) (Figura 1B), el cual Gibsón (1977), lo reporta con un área de distribución natural para México solo en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, por lo que esta es la primera vez que se reporta para los estados de Puebla y México.



Figura 1. A. Bellotas afectadas por larvas, B. Adulto de *C. humeralis*.

Se determinó que el ciclo biológico de *C. humeralis* en condiciones de laboratorio es de un año, en el Cuadro 1 se presentan el tiempo medio de cada una de sus etapas de desarrollo así como los meses en los que se desarrolla cada etapa.

Cuadro 1. Ciclo biológico de *C. humeralis*.

Estadio	Tiempo (días)	Meses del año
Huevo	10-15	Nov. - Dic.
Larva	60-90	Nov. - Ene.
Pupa	2401	Feb. - Sep.
Primago	15	Oct.
Adulto	8-15	Oct. - Nov.

<sup>1</sup>Incluye también el tiempo de hibernación.

Los primagos aparecen sobre la superficie del suelo a finales de octubre, el tiempo de madurez hasta adulto y el apareamiento es de una semana durante el mes de noviembre. La oviposición da inicio a finales de noviembre y principios de diciembre, para este proceso la larva hace una perforación con su rostro en la bellota, después gira para depositar un huevo en la entrada del orificio y nuevamente vuelve a girar para introducirlo hasta el fondo con la ayuda también de su rostro. Cuando el huevo eclosiona, la larva comienza a alimentarse de los cotiledones y emerge de la bellota después de transcurridos aproximadamente 60 a 90 días en el mes de enero, es en esta etapa cuando puede observarse el daño que las bellotas han sufrido, la larva se

introduce al suelo para dar paso al proceso de hibernación y pupación. El ciclo se reanuda cuando en el mes de octubre emergen de la superficie del suelo los primagos para alcanzar su estado adulto.

#### CONCLUSIONES

1. *Curculio humeralis* (Casey) es el insecto plaga de las bellotas de los árboles de encino de las especies *C. mexicana*, *C. affinis*, *C. glabrecens*, *C. crassifolia* y *C. laurina* de los estados de Puebla y México.
2. El adulto de *C. humeralis* puede reproducirse bajo condiciones de laboratorio, mediante cámaras de incubación utilizando como sustrato de soporte tierra arable tamizada manteniendo constante la humedad hasta su capacidad de campo y una temperatura de 22 °C. El ciclo biológico de *C. humeralis* es de un año.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Cibrian T. D., J. Tulio M. M., R. Campos B., H. O. Yates III y J. Flores L. 1996. Insectos Forestales de México. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 453 p.
- Gibson L. P. 1977. Monograph of the genus *Curculio* in the new world (Coleoptera: Curculionidae) Part II. Mexico and Central America. Entomological Society of America. Vol. 10, Number 4. USA. 52 p.
- Zavala Ch. F. 2001. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. Universidad Autónoma Chapingo. Primera edición, Chapingo, México, 94 p.

#### "Resultados preliminares sobre el control químico del muérdago familia *Loranthaceae* en el "Bosque de la Primavera", Jalisco, México".

M. C. Jesús Hernández Alonso.  
Edith Rivera García.

#### Introducción:

En el país de México, existe una inmensa diversidad de tipos de vegetación comprendida por distintas especies, dentro de las cuáles podemos encontrar coníferas, plantas medicinales, matorrales, etc., sin embargo también existen plantas parásitas que afectan de manera substancial nuestros recursos forestales, dentro de las cuáles encontramos al muérdago, el cual obtiene nutrientes y agua a través del sistema endofítico del huésped ocasionando malformaciones, tumoraciones hasta la muerte del árbol. El Bosque de la Primavera es un recurso de vital importancia para la zona metropolitana de Guadalajara proporcionando oxígeno para sus habitantes, en esta superficie forestal existe una gran problemática fitosanitaria; en el estado de Jalisco existen cerca de 17 especies de muérdago, de las cuáles 2 están presentes en la región, considerándose un problema fitosanitario, el cual requiere de intervención inmediata para su control. Debido a la poca información sobre éste tema y sus nulas medidas preventivas es de vital importancia la investigación al respecto.

#### Antecedentes:

En el control químico en el muérdago *sp.* según Rodríguez A. 1983 afirma que se ha tratado con compuestos químicos como herbicidas logrando eliminar los tallos más no el sistema endofítico, en éste caso los mejores resultados han sido obtenidos en hospederos con infestaciones ligeras

y mediante el empleo de 2,4 Damic y de MCP 4-2- Metil-4-cloro-fenoxi. Otro ejemplo se ha utilizado como tratamiento químico inyecciones de sulfato de cobre utilizando dosis mínimas (J. Torres); o bien la aplicación de tratamientos aéreos de diversas concentraciones de etefon, ácido giberélico y glifosato; las combinaciones de ácido giberélico y glifosato obteniendo mayores eficacias especialmente la que aplicó 7,8g/ha de ácido giberélico y 540 g/ha de glifosato. En el caso del control mecánico es el de mayor éxito hasta el momento, pero tiene como contraindicación los altos costos e incluso la mala aplicación en las medidas de saneamiento en los bosques.

#### Justificación:

Debido a la problemática existente en sanidad forestal y a la escasa información respecto al control químico del muérdago familia *Loranthaceae*, el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la eficacia del control químico a través de la aplicación de herbicidas selectivos como medida correctiva.

Por ello el Departamento de producción forestal del CUCBA plantea el presente trabajo como propósito de buscar solución al problema fitosanitario.

#### OBJETIVO GENERAL:

Analizar la eficacia del control químico para combatir el muérdago familia *Loranthaceae*, en encinos.

#### OBJETIVO PARTICULAR:

Determinar la dosis óptima para el control de muérdago *spp.*

Evaluar el impacto de los herbicidas en el desarrollo del árbol.

Evaluar el grado de infestación de la planta parásita.

Identificar las especies de muérdago existentes.

#### HIPÓTESIS:

El control químico del muérdago (Familia *Loranthaceae*) es efectivo en 100% sin ocasionar alteración en el desarrollo normal del hospedero.

#### Materiales

Herbicidas: Tordon, Labor 300.

Aplicador de glifosato

Brocha.

Mochila aspersora.

#### Metodología:

1. Recopilación de información.
2. Ubicación de los focos de infección.
3. Establecimiento de sitios de monitoreo permanente.
4. Muestreo sistemático del daño.
5. Recolección de muestras e identificación del parásito y hospedero.
6. Elección del diseño experimental (bloques completamente al azar).
7. Selección de los herbicidas.
8. Levantamiento de datos en campo.
9. Análisis estadístico.

Para el control químico del muérdago *spp.*, se probaron 2 herbicidas de acción sistémica; uno no selectivo y otro selectivo para hoja ancha cerosa y arbustos leñosos.

Se aplicaron dosis diferentes para cada tratamiento.

#### Resultados preliminares:

Después de aplicar los herbicidas los resultados indican que Glifosato no causó efecto significativo en el control del muérdago y en cambio Tordon responde mejor al control aunque se

deben continuar, la prueba de otras dosis hasta llegar a la efectividad del control.

#### Conclusiones:

1. El control químico es efectivo, pero se requiere de mayor investigación.
2. El control químico con el control mecánico es efectivo para controlar de forma inmediata el avance de la infestación.
3. De los herbicidas aplicados, el glifosato no fue significativo en muérdago, pero sí afectó el área foliar del hospedero.

#### Bibliografía:

Ciencia Forestal. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SUBSECRETARIA FORESTAL, SARH. No. 54 Marzo - Abril, México 1985. PAGS. 4, 6, 18, 19, 20, 21, 22

Ciclo Biológico y Fenología del muérdago Verdadero (*Psittacanthus calyculatus* DC) Don. En el CEF Barranca de Cupatitzio Ignacio Vázquez Collazo

Los muérdagos (*Loranthaceae*) del estado de Jalisco Miguel Cházaro Bazañez.

Patología Forestal Torres J. Juan. 2da. edición Ediciones Mundi - Prensa.

#### SENSORES REMOTOS COMO INFORMACIÓN AUXILIAR EN LA DEFINICIÓN DE LA VARIACION ESPACIAL DE COMBUSTIBLES FORESTALES

Dr. J. Germán Flores Garnica; Dr. Juan de D. Benavides Solerio; M.C. David A. Moreno González INIFAP. Parque Los Colomos S/N. Guadalupe, Jal. Tel: 3641 3575

Introducción. El manejo de los incendios forestales requiere contar con información de la distribución de combustibles. En forma práctica se ha usado el concepto de modelos de combustibles. Sin embargo, bajo este enfoque no es posible captar variaciones a escalas grandes, por lo que ha sido necesario aplicar nuevas alternativas metodológicas. Las cuales permitan ubicar y caracterizar las variaciones de las cargas, y tipos, de combustibles en un área forestal reducida. Una de estas alternativas son las imágenes de satélite, las cuales por sí solas tienen un uso muy limitado en la evaluación de combustibles forestales [3]. Sin embargo, usándolas como una fuente de información auxiliar, para reforzar las evaluaciones de campo, tienen un valor considerable.

Objetivo. Esta investigación se enfoca en la generación de tres diferentes mapas de combustibles, tomando como referencia auxiliar la información proporcionada por imágenes de satélite. Estos combustibles se clasifican en base al tiempo en el que un tamaño específico gana o pierde humedad (1-HR, 10-HR y 100-HR).

Materiales y Métodos. Además de la información directa de campo, se usó una serie de datos auxiliares, dentro de los cuales destaca el uso de imágenes Landsat 5 TM. Estas imágenes fueron procesadas para generar asociaciones entre sus diferentes bandas, para generar información alternativa, como lo son un índice de vegetación (INDV) y componentes principales (PC). Los datos de campo fueron inventariados en 554 sitios, en un área aproximada de 1,400 ha, en el ejido El Largo y Anexos, de Chihuahua. En cada sitio se evaluó las cargas correspondientes a cada uno de los tipos de combustibles. Cada uno de los sitios fue georeferenciado con el uso de navegadores GPS.

La información de campo fue asociada espacialmente con la información de las imágenes de satélite, a través de la técnica de interpolación co-kriging. Para lo cual se generó el variograma cruzado correspondiente, el cual es definido como la

mitad de la covarianza no centrada entre ciertos incrementos de distancia ( $h$ ), y los valores pares de cierta variable en ciertas localidades [1]:

$$\gamma_{zw}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)] [W(x_i) - W(x_i + h)]$$

donde:  $\gamma_{zw}(h)$  = es el valor del variograma cruzado para la variable primaria  $Z$  y la variable secundaria  $W$  separadas por la distancia  $h$ ;  $Z(x_i)$  = el valor de la variable primaria  $Z$  en la localidad  $x_i$ ;  $Z(x_i+h)$  = el valor de la variable primaria en la localidad  $(x_i+h)$ ;  $W(x_i)$  = el valor de la variable secundaria en la localidad  $x_i$ ;  $W(x_i+h)$  = el valor de la variable secundaria en la localidad  $(x_i+h)$ ; y  $N(h)$  = el número de pares de observaciones separadas por la distancia  $h$ . Los parámetros requeridos en co-kriging fueron definidos a través del análisis estructural de los datos.

Resultados. Fueron obtenidos los valores espectrales de cada sitio de muestreo, por cada una de las 7 bandas analizadas. Sin embargo, la reflectancia de estas estaba comprimida en una pequeña porción del rango espectral, sugiriendo bajo contraste [2]. Por lo que fue favorable el mejoramiento de la imagen, a través de la igualación de histogramas (Figura 1).

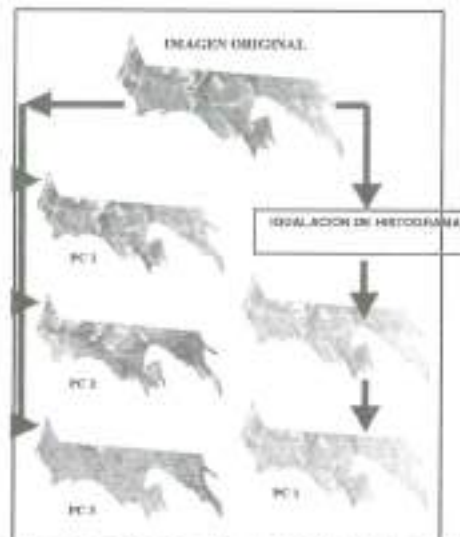


Figura 1. Imágenes Landsat TM5 del área de estudio: a) Imagen original; b) Análisis de componentes principales; y c) Igualación de histogramas.

El análisis de PC evita redundancia inherente en los datos. Con lo que el 98% de la variabilidad espectral se concentró en tres imágenes (Figura 1). También se tomaron los valores de PC correspondientes a cada sitio de muestreo. De igual forma se procedió con los valores del INDV (Figura 2). Donde hubo una fuerte tendencia a valores entre 0.35 y 0.5 de INDV. Los valores de PC1 resultaron en la mejor correlación espacial cruzada con las cargas de combustibles, en base a lo cual se estructuró el modelo para llevar a cabo la interpolación de las cargas de combustibles (Figura 3).

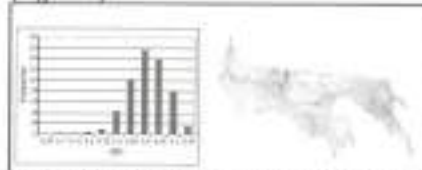


Figura 2. Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación.



Figura 3. Mapa resultante del proceso kriging.

Discusión y Conclusiones. Aunque es posible definir las variaciones espaciales de las cargas de combustibles forestales usando tan solo los datos de inventario, el uso de información auxiliar puede mejorar considerablemente la precisión de las estimaciones. Sin embargo, es importante considerar las limitaciones de, en este caso, las imágenes de satélite. Ya que la información espectral puede modificarse por varios factores, como son sombra, época, topografía, etc. Finalmente, se sugiere incluir, como variables auxiliares, a otros factores del entorno (elevación, pendiente, exposición).

#### Referencias

- [1] Goovaerts, 1997. Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford University Press.
- [2] Jensen, 1996. Introductory digital image processing. Prentice-Hall, Inc.
- [3] Keane, Garner, Schmidt, Long, Menakis, y Finney, 1998. Development of input data layers for the FARSITE Forest Service, RMRS-GTR-3.

## Sistema de información geográfica sobre incendios forestales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

Fabiola Castillo-Navarro<sup>(1)</sup>, Enrique J. Jardel Peláez<sup>(1)</sup>, Oscar E. Balcázar Medina<sup>(2)</sup> y Rubén Ramírez-Villeda<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. castillo\_fabiola@hotmail.com, ejardel@cucsur.udg.mx

<sup>(2)</sup> Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. obalcazar@cucsur.udg.mx, rvilleda@cucsur.udg.mx

#### Introducción

El fuego es un fenómeno común en los ecosistemas forestales del mundo, y uno de los factores determinantes de su composición, estructura y dinámica (Pyne *et al.* 1996). Al mismo tiempo, los incendios forestales son considerados como un factor de deterioro. El fuego tiene efectos tanto negativos como positivos. Esto depende de varios factores, entre ellos la intensidad, magnitud y frecuencia de los incendios, sus causas, el tipo de ecosistema forestal en que se presentan, y el contexto social, incluyendo en esto último la presión existente sobre los recursos naturales. El comportamiento del fuego puede ser muy variable y sus resultados y efectos también. Esto implica la necesidad de desarrollar estudios sobre la ecología del fuego que sirvan para fundamentar estrategias y acciones de manejo para la conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques.

En el caso de México, uno de los principales problemas en la evaluación del efecto de los incendios forestales es la falta de información sistematizada y confiable. En la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) se está desarrollando un sistema de información como base para la planificación, seguimiento y evaluación de acciones de prevención y control de incendios forestales y manejo del fuego (Jardel *et al.* 2001).

#### Objetivos

El objetivo de este trabajo fue sistematizar en una base de datos y un sistema de información geográfica los reportes de incendios forestales y evaluaciones de campo, con el fin de contar con datos para evaluar la incidencia de los incendios forestales en la RBSM y contar con información básica para la elaboración del Programa de Manejo del Fuego y Restauración de Bosques del área protegida.

#### Métodos

Los reportes de las brigadas de combate de incendios que operan en la RBSM fueron utilizados para elaborar una base de datos en Microsoft Access. Se incluyó información sobre la fecha y localización de los incendios (municipio, paraje y coordenadas UTM del punto medio del área afectada), la superficie quemada reportada en campo, el tipo de vegetación y de incendio, el personal e instituciones involucradas en el combate, los tiempos de detección, combate y duración del incendio y por último las causas probables. Se utilizaron reportes para el periodo de 1995 a 2003. Para años anteriores la información disponible es incompleta. A partir de 2001, se hicieron evaluaciones en campo determinando el polígono de las áreas quemadas con ayuda de sistemas de posicionamiento geodésico (GPS) y cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI. Los datos son incorporados a un SIG, que permite generar mapas de la distribución anual de los incendios y analizar la relación entre estos y factores biofísicos (unidades de vegetación y paisaje) y sociales (tenencia de la tierra, uso del suelo).

#### Resultados y Discusión

Entre 1995 y 2003 se registraron 327 incendios, sumando una superficie afectada de 61,664.8 ha. Por año se quemaron en promedio  $6,651.6 \pm 1,291.1$  ha y se registraron  $36 \pm 4$  incendios. Se encontró que la mayor parte de los incendios son menores a 300 ha de extensión, con una media de 189.2 ha y una moda de 50 ha por incendio. El 37% de los incendios registrados ocurrió en bosques de pino-encino y el 27% en bosques de encino caducifolio. En conjunto, los bosques de pino-encino y encino cubren el 53.7% de la superficie de la RBSM. Para el periodo de 2001-2003, en el que se cuenta con la delimitación en campo del polígono de las

áreas afectadas, en promedio el 29.5% de la superficie quemada se registró en bosque de pino-encino, el 27.8% en bosque de encino caducifolio y el 13.8% en bosque de encino-pino; el 16.2% del área quemada correspondió a matorrales y pastizales en zonas de agricultura con ciclo de barbecho. La observación de los patrones de distribución de los incendios forestales, permitió identificar áreas críticas de alta incidencia. Por ejemplo, de la superficie afectada por incendios en los últimos tres años, 882.6 ha se quemaron repetidamente en dos años y 223.1 en los tres años. Se estimó también la incidencia de incendios por tipo de tenencia de la tierra y se encontró que en terrenos de propiedad privada se registra el 53% de la superficie afectada por fuego y el 47% en terrenos ejidales y comunales. La propiedad privada representa solo el 32% de la superficie total de la Reserva y la comunal y ejidal el 68%. La mayoría de los incendios fueron registrados como ocasionados por quemas agrícolas, pero una proporción importante de los incendios están relacionados con los cultivos ilegales y las quemas intencionales. Además, del 23% de los incendios se desconocen las causas de su origen.

#### Conclusiones

En la RBSM se registra una alta incidencia de incendios forestales, y anualmente se afecta un área equivalente al 5% de la superficie total del área protegida. Se considera que el fuego es uno de los factores que más han influido en la conformación de la vegetación del área (Jardel *et al.* 2001).

Los bosques de encino y pino presentan la mayor incidencia de incendios. En el área de estudio, este fenómeno ha sido parte de la dinámica de estos tipos de vegetación y un factor determinante en los procesos sucesionales.

La tenencia de la tierra parece ser un factor importante en relación con la incidencia de incendios. Las propiedades privadas tienden a presentar proporcionalmente mayor número de incendios y superficie afectada, debido probablemente a conflictos de tenencia y ausencia de los propietarios, mientras que en ejidos y comunidades hay una mayor movilización de los dueños de la tierra para controlar tanto los incendios como sus causas.

Los resultados obtenidos están siendo utilizados para la planificación del manejo del fuego en la RBSM, la evaluación de las

actividades de prevención y control de incendios, y estudios sobre ecología del fuego.

#### Literatura citada

- Pyne S.J., Andrews P.L. y Laven R.D. 1996. Introduction to wildland fire. John Wiley & Sons. Nueva York.
- Jardel, E.J., R. Ramírez V., A. Saldaña, *et al.* 2001. "Manejo del fuego y restauración ecológica en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán". Memorias del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales". 7-9 de Noviembre de 2001. Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C. y Universidad de Guadalajara (CUCBA). Guadalajara, Jal.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMIA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

ANÁLISIS DE SIMILITUD MORFOLÓGICA ENTRE POBLACIONES DE *Pseudotsuga* Carr

Valentín J. Reyes H., J. Jesús Vargas H.<sup>1</sup>, J. López U.<sup>2</sup> y H. Vaquera H.

**INTRODUCCIÓN.** El género *Pseudotsuga* se distribuye en México a lo largo de tres sistemas montañosos, la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental (4) y la Sierra Madre del Sur (1). Las diferencias ambientales existentes de una región a otra hacen posible suponer que existe una diferenciación entre las poblaciones con respecto a los caracteres morfológicos y anatómicos de los árboles que las conforman. Debido al tamaño reducido, fragmentación y aislamiento de las poblaciones dentro de una misma región, también es posible suponer que la deriva genética ha tenido efectos importantes, ocasionando la diferenciación de poblaciones dentro de una misma región. Esta situación se ha reflejado en una delimitación confusa de los taxa putativos de los árboles para este género en México (2,4). Considerando lo anterior, el presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de: a) analizar el grado de similitud en características morfológicas y anatómicas de conos, hojas y ramillas entre poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* y b) establecer el patrón de asociación de las poblaciones en grupos afines.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se incluyeron 19 poblaciones de *Pseudotsuga* ubicadas en 3 de las 4 regiones geográficas donde se distribuye naturalmente el género en México; en cada localidad se recolectaron muestras vegetativas y reproductivas de entre 12 y 17 árboles por población, incluyéndose 16 características morfológicas y anatómicas de conos, hojas y ramillas; se utilizaron variables consideradas como importantes desde el punto de vista taxonómico. Los caracteres del cono incluidos fueron su diámetro, su longitud y la relación entre ambas características, la longitud de la escama, el ancho de escama, la longitud total de la bráctea, la longitud de la espina lateral de la bráctea, la longitud de la espina central, las relaciones entre la longitud y el ancho de la escama, entre la longitud de la escama

y la longitud de la bráctea y entre la longitud de la espina central y la espina lateral, en las hojas se midió la longitud, el número de hileras de estomas y la continuidad de la subepidermis, y en las ramillas el número de canales resiníferos y la forma predominante de su sección transversal. Se llevó a cabo un análisis de correlación entre todas las variables; posteriormente se realizó un análisis de varianza multivariado para determinar diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones al considerar a todas las variables en su conjunto; se llevó a cabo un segundo análisis de varianza multivariado utilizando dos modelos alternativos; en el primero de ellos (modelo A1) se consideró a las regiones geográficas y a las poblaciones dentro de las regiones; en el segundo modelo (A2) se incluyó a los taxa en lugar de las regiones geográficas, utilizando la misma estructura del modelo A1 pero sustituyendo los efectos aleatorios de regiones y de localidades dentro de regiones geográficas, por los efectos aleatorios de taxa. Posteriormente se llevó a cabo un análisis de componentes principales, y se generaron gráficos de dispersión a partir de ellos. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de agrupamiento a partir del cual se generó el dendrograma respectivo. Con fines de comparación se incluyeron muestras de dos poblaciones de Estados Unidos, una de cada variedad de *P. menziesii* aceptada para dicho país y para Canadá.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Los valores de correlación obtenidos permitieron excluir a la longitud del cono y el ancho de la escama del análisis multivariado final. El modelo original mostró que existe una variación significativa entre las poblaciones; al incluir en el modelo a las regiones geográficas (Modelo A1) se encontró que éstas constituyen un factor importante en la diferenciación de las poblaciones al presentar una variación significativa entre ellas; en cambio, los taxa putativos (Modelo A2) no presentaron una variación significativa entre ellos (Cuadro 1). Los 3 primeros componentes explican más del 60 % de la variación total. En las gráficas de dispersión de las poblaciones con base en los componentes 1 vs. 2 y 1 vs. 3 (Figura 1) se

distingue la formación de dos grupos que parecen estar asociados con las regiones geográficas de origen de las muestras, y separados de las muestras de Estados Unidos empleadas como referencia.

Cuadro 1. Significancia estadística para los diferentes modelos de análisis multivariado utilizando 14 características morfológicas y anatómicas de conos, hojas y ramillas de 19 poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga*.

Modelo	Factor	S. I.	F	Valor P	Signif. estadística
Original	Región	28	11.37*	11.13*	0.001*
A1	Región	28	18.40*	7.04*	0.001*
A1	Subregión	24	12.26*	10.38*	0.001*
A1	Taxa	42	0.74**	8.98*	0.077*
A1	Subregión	24	11.81*	12.08*	0.001*

\*Significativa en relación con las variedades *menziesii* y *canadensis*.

Uno de los grupos lo constituyeron las poblaciones de la Región III, mientras que el otro grupo lo forman las poblaciones de las Regiones I y II. Considerando los componentes principales 1 y 2, los centroides de las Regiones I y II están muy cercanos entre sí, pero bastante separados del centroide de la Región III; al utilizar los componentes principales 1 y 3 se aprecia una mayor separación entre las poblaciones de las Regiones I y II, aunque todavía persiste cierto traslape en algunas de ellas (Figura 1). También es posible distinguir aquí una población de la Región II que se separa del resto de las poblaciones de la misma región geográfica.

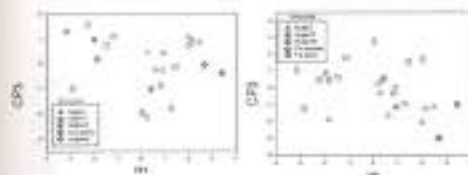


Figura 1. Dispersión de las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* con base en los dos primeros componentes principales (CP), obtenidos de las características morfológicas y anatómicas de conos, hojas y ramillas.

El dendrograma obtenido corrobora las observaciones derivadas del análisis de componentes principales. Se distinguen tres grupos: el primero de ellos formado por 11 poblaciones de las Regiones I y II; el segundo formado por 7 poblaciones, 5 de ellas procedentes de la Región III, una población de la Región I y una población de la Región II; y el tercer grupo con una sola población (San Francisco) de la Región II, en la Sierra Madre Oriental (Estado de Nuevo León). Las poblaciones mexicanas se separan claramente de las poblaciones de Estados Unidos utilizadas como referencia.



Figura 2. Agrupamiento de las poblaciones de *Pseudotsuga* con base en 14 variables morfológicas y anatómicas de conos, hojas y ramillas mediante el método del vecino más cercano.

**CONCLUSIONES.** *Pseudotsuga* en el centro de México forma un grupo diferenciado morfológica y anatómicamente del resto de poblaciones, y es posible que alguna fuerza selectiva asociada a la latitud mantenga la similitud morfológica entre las localidades de las Regiones I y II; dado que hay pocas diferencias en latitud es lógico suponer que existe semejanza en algunos factores climáticos determinantes, por lo que es posible que exista una presión de selección relacionada con aspectos de tolerancia a bajas temperaturas. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un estudio del patrón estacional de crecimiento en condiciones de ambiente común para corroborar esto. La presencia de una población en la Región II, separada del resto dentro de la misma región geográfica, permite suponer la influencia del aislamiento en esta diferenciación; además, todas las poblaciones presentan una reducida variabilidad intrapoblacional, hechos que coinciden con los efectos teóricos esperados de la deriva genética (3).

**AGRADECIMIENTOS.** Se agradece el apoyo financiero del CONACYT a través del Proyecto de Investigación clave 33617B.

**LITERATURA CITADA.** 1. Dabreczy, Z. and I. Racz. 1995. New species and varieties of conifers from Mexico. *Phytologia*. 78:217-243. 2. Flou, F. 1934. Diagnoses d'espèces et variétés nouvelles de *Pseudotsuga* américains. *Travaux du laboratoire Forestier de Toulouse*. Tome I, Vol 2, Art. VI, 18 p. 3. Ledig, F. T., V. Jacob C., P. D. Hodgskins and T. Eguluz-P. 1997. Recent evolution and divergence among populations of a rare Mexican endemic Chihuahuan Spruce, following Holocene climate warming. *Evolution*. 51: 1815 - 1827. 4. Martínez, M. 1963. Las Pináceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. Tercera edición. México, D. F. pp.27-74.

<sup>1</sup> Programa Forestal, Colegio de Postgraduados (cve@colpos.mx)  
<sup>2</sup> Programa Estadístico, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Car. México-Texcoco 56230, Montecillo, México. (595) 950-00-00.

## Capacidad reproductiva de poblaciones naturales de *Pseudotsuga* en México

Manuel Mápala Larreta<sup>1</sup>, Javier López Upton<sup>2</sup>, y J. Jesús Vargas Hernández<sup>2</sup>.

**INTRODUCCIÓN.** La parte austral de la distribución natural de *Pseudotsuga* se ubica en el centro y sur de México, donde la deforestación y la cosecha desordenada de semillas para la producción de árboles de navidad ponen en riesgo su permanencia (Guerra, 2001). El cambio climático provocará una nueva migración de las especies hacia el norte (1), la velocidad del cambio será probablemente rápida, por lo que la presión será elevada, especialmente en el extremo sur. Algunas poblaciones de *Pseudotsuga* se encuentran aisladas, fragmentadas y con pocos árboles adultos por área, especialmente en el centro y sur de México. Esta situación puede reducir la variabilidad dentro de las poblaciones, aumentar la endogamia y disminuir la capacidad reproductiva (2,3). Esta investigación se realizó para determinar la situación reproductiva de *Pseudotsuga* en México a través de evaluar la eficiencia reproductiva y la producción de semilla entre y dentro de nueve poblaciones naturales con diferente posición latitudinal.

Cuadro 1. Poblaciones en estudio.

Población	Latitud N	Longitud W	Altitud (m.s.n.m.)
Cerro El Matorral, Oax.	28° 57' 40"	107° 32' 27"	3000
Jamé, Oax.	28° 26' 40"	107° 30' 58"	3650
Mesa de las Tablas, Coah.	28° 12' 00"	107° 26' 28"	3800
Puerto el Palmar, H.I.	24° 58' 42"	107° 05' 17"	2545
Pinal de Amoles, Qro.	21° 52' 40"	99° 47' 30"	2850
El Cabornero, Ver.	20° 22' 30"	99° 24' 31"	2490
Presa Jaramillo, Hgo.	20° 10' 44"	99° 43' 30"	2850
Rinconada del Atajo, Hgo.	20° 03' 34"	99° 52' 30"	2817
La Caldera, Pue.	19° 50' 20"	97° 52' 10"	2920

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados.

<sup>2</sup>Profesor-Investigador, Programa Forestal,

Colegio de Postgraduados, [uptonj@colpos.mx](mailto:uptonj@colpos.mx), [vargasjh@colpos.mx](mailto:vargasjh@colpos.mx)

**MATERIALES Y METODOS.** En 2001 se colectaron conos de 144 árboles en 9 poblaciones de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Querétaro, Veracruz, Hidalgo y Puebla (Cuadro 1). De cada árbol se seleccionaron cinco conos. El potencial y la eficiencia en la producción de semilla, el índice de endogamia (proporción de semilla vana / vanas y llenas) y el estado reproductivo se determinó usando la metodología de análisis de cono y

producción de semilla (4, 5). Se obtuvieron los componentes de varianza y medias.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Salvo la proporción de óvulos abortivos (12%), el factor población aportó entre el 21 y el 43 % de la variación total (Cuadro 2), lo que indica amplias diferencias entre poblaciones para las características reproductivas de *Pseudotsuga*. Esto implica un fuerte grado de diferenciación en estos caracteres entre las poblaciones, lo que es consistente con el aislamiento y el reducido tamaño de las mismas.

Cuadro 2. Resumen del ANOVA.

Características	Componentes de varianza (%)		
	Pobla.	Árboles (pob.)	Error
Escamas fértiles / cono	33.9**	45.9**	35.2
Prop. óvulos abortivos	12.2**	44.6**	43.3
Prop. semillas llenas <sup>1</sup>	21.5**	44.5**	34.0
Prop. semillas vanas	30.9**	34.5**	34.6
Prop. semillas dañadas por insectos	42.7**	11.2**	46.1
Peso de 100 semillas llenas	42.2**	33.7**	24.1
Eficiencia de semilla	21.6**	44.2**	34.2
Índice de endogamia	26.2**	41.4**	32.4
Eficiencia reproductiva	27.3**	42.3**	30.4

\*\*Significativas con  $p < 0.01$ . <sup>1</sup> Eficiencia de semilla.

La proporción de semillas vanas fue una de las características que presentó mayor variación entre poblaciones (31%), es decir niveles de consanguinidad diferentes entre las poblaciones en estudio, lo que se refleja también en el índice de endogamia, con 26% de la variación. La proporción de semillas vanas con respecto a las desarrolladas se consideró como un índice de endogamia. El supuesto es que las semillas vanas son producto de la expresión de genes deletéreos homocigóticos en el desarrollo del embrión lo que ocurre por autofecundación (5), como indican estudios de polinización controlada en *P. menziesii* (6).

Se obtuvo un valor promedio de 28 escamas fértiles, es decir un potencial de 56 semillas por cono de *Pseudotsuga* en México, 45 a 62 semillas potenciales entre poblaciones. Se encontraron en promedio 14 semillas llenas por cono. Este valor varió desde 6 en Rinconada del Atajo hasta 23 semillas llenas en Jamé en el norte de México. En EUA y Canadá se reportan 65 a 75 semillas potenciales en *P. menziesii*, con 12 a 30 semillas llenas por cono y de 30 a 45 en huertos semilleros. Una baja

densidad de árboles adultos ocasionará una baja cantidad de polen para producir semilla llena.

La eficiencia promedio de producción de semilla fue de 25.5%, y varió de 14.7 a 41.3%. En las poblaciones del Centro de México la eficiencia fue < 25%; valores bajos si se considera que en huertos semilleros de *Pseudotsuga* se alcanzan eficiencias de 40% y con cruces controladas por arriba del 50%.

La eficiencia reproductiva promedio (peso semilla llena (peso cono) fue de 29.6 mg/g, con una diferencia de casi tres veces entre las poblaciones extremas (16.3 a 50.3). Los mayores valores representan una mejor asignación de recursos al éxito reproductivo. Las poblaciones del centro de México presentan los valores menores.

El daño por insectos en las poblaciones de *Pseudotsuga* fue relativamente bajo, con un promedio general menor a 1 %.

**CONCLUSIONES.** Las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* muestran signos de declive en características reproductivas, destacando el valor alto de semillas vanas y bajo el de semillas llenas con respecto al potencial. La semilla resultó más ligera que la de *P. menziesii* en Norteamérica.

Será necesario un programa de restauración que incluya plantaciones con materiales de cada población y quizás de poblaciones cercanas para incrementar la tasa de migración y aumentar la diversidad genética dentro de poblaciones.

Cuadro 3. Promedios de algunas características en la producción de semilla de *Pseudotsuga*.

Población	1	2	3	4
El Matorral	35.5 a	1.21 a	0.405 c	44.5 a
Jamé	41.8 a	1.20 a	0.415 c	50.3 a
Mesa de las Tablas	26.3 b	1.19 a	0.604 b	28.5 b
Puerto el Palmar	15.5 c	1.17 a	0.748 a	15.3 c
Pinal de Amoles	23.4 bc	1.07 b	0.681 ab	27.0 bc
El Cabornero	18.6 bc	0.98 c	0.585 ab	21.3 bc
Presa Jaramillo	20.0 bc	0.95 c	0.687 ab	23.2 bc
Rinconada del Atajo	14.7 c	0.88 c	0.811 a	18.3 bc
La Caldera	23.0 bc	0.90 c	0.681 a	21.5 bc
Promedio	25.5	1.25	0.602	29.6

1= Eficiencia de semilla (llenar / potencial); 2= Peso de 100 semillas (g); 3= Índice de endogamia (vanas / llenas + vanas); 4= Eficiencia reproductiva (peso llenas / mg / peso cono peso - g). Letras diferentes indican diferencias significativas,  $p < 0.05$ .

Una estrategia completa de conservación para *Pseudotsuga* debe incluir la determinación precisa de la diversidad genética entre y dentro de

poblaciones. Además estudiar características adaptativas que ayuden a determinar el potencial a los cambios ambientales que se han predicho. Considerar factores antropogénicos para fijar programas permanentes de conservación in situ o ex situ de las poblaciones más vulnerables y/o de mayor interés.

## LITERATURA CITADA.

1. Iverson, L.R. and A.M. Prosser. 2002. Potential redistribution of tree species, habitat, and fire climate change scenarios in the eastern US. *For. Ecol. Manag.* 155:205-222.
2. Saccheri, I. et al. 1998. Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. *Nature* 392:491-494.
3. Moser, A. and Rajala, O.P. 1998. Monitoring population viability in declining tree species using indicators of genetic diversity and reproductive success. In: *Environmental Forest Science*. Kluwer Academic Publishers, pp:329-344.
4. Bramlet, D.L. et al. 1977. Core analysis of southern pine: a guidebook. Gen. Tech. Rep. SE-13. USDA, For. Ser., Southeastern For. Exp. Stn. Asheville, N.C. 28 p.
5. Moser, A., et al. 2000. Indicators of population viability in red spruce, *Picea rubens*. I. Reproductive traits and fecundity. *Can. J. Bot.* 78:929-940.
6. Sorenson, F.C. and R.S. Miles. 1974. Self-pollination effects on Douglas-fir and ponderosa pine seeds and seedlings. *Silva Genet.* 23(5):135-138.

AGRADECIMIENTOS: Al financiamiento de CONACYT, Proyecto: 3367-B.

## Ganancias genéticas esperadas en *Pinus oocarpa* por selección en vivero

Héctor Viveros-Viveros<sup>1</sup>, Rubén Ricardo Guzmán-Reyna<sup>2</sup> y Cuauhtémoc Sáenz-Romero<sup>3</sup>

Maestría en Ciencias, Programa Forestal, Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, C.P. 56230 Montecillo, Edo. de Méx. E-mail: hectorv@colpos.mx, 2 Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Av. Francisco J. Mujica s/n, Col. Feoitas del Río, Morelia Michoacán 58040, México. 3 Autor para correspondencia, Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), UMSNH, Apdo. Postal 12, Administración La Coaña, Morelia, Mich. 58141. E-mail: csaezn@zeus.umich.mx

**INTRODUCCIÓN.** La predicción de las ganancias genéticas resultado de la selección requiere de la estimación de la heredabilidad de los caracteres que se desea mejorar (Equiluz, 1985). Uno de los problemas asociados al mejoramiento genético de árboles forestales, es el largo tiempo que existe entre generaciones. Una opción para acelerar este proceso es utilizar la selección temprana, la cual consiste en seleccionar genotipos con base en una característica que se manifiesta en edades jóvenes, con el fin de obtener ganancias genéticas de esa misma u otra característica a edades posteriores (Vargas y Adams, 1992). La eficiencia de la selección temprana depende de los parámetros genéticos de las características involucradas, incluyendo su heredabilidad y la correlación genética entre ellas y entre la misma característica a diferentes edades. Si la característica juvenil tiene una elevada heredabilidad y está fuertemente correlacionada con la característica de interés a edades posteriores, la selección temprana será eficiente (Wu, 1998).

El objetivo del estudio fue estimar los valores de heredabilidad a nivel individual, familiar e individual dentro de familias, y de ganancias genéticas esperadas por selección temprana en vivero de progenies de medios hermanos de *Pinus oocarpa* Schiede, originadas de árboles seleccionados al azar.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** El área de estudio comprendió los bosques de *Pinus oocarpa* entre las poblaciones de Uruapan, Municipio de Uruapan, y Charapendo, Municipio de Gabriel Zamora, Michoacán. El muestreo comprendió un transecto altitudinal, con cinco sitios de muestreo, denominados indistintamente poblaciones o procedencias. Los sitios estuvieron distantes aproximadamente 100 m de diferencia altitudinal (1075, 1220, 1325, 1430 y 1505 msnm). En cada sitio de muestreo se seleccionaron y colectaron aproximadamente 11 individuos al azar. Se estableció un ensayo de poblaciones /

progenies (también se les puede llamar ensayo de procedencias / progenies) en vivero, utilizando envases *Cocper bbok* (230 cm<sup>3</sup>) con sustrato comercial *Geoc-root*. El ensayo tuvo un diseño experimental de bloques completos al azar, con 18 bloques, cinco poblaciones, aproximadamente 11 familias de medios hermanos por población y tres individuos por parcela. El número total de familias fue 54. El modelo estadístico es:  $Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + P_j + \beta_i P_j + F_k(P_j) + \beta_i F_k(P_j) + E_{ijkl}$

En donde:  $Y_{ijkl}$  = observación,  $\mu$  = media general,  $\beta_i$  = bloque,  $P_j$  = población,  $\beta_i P_j$  = interacción bloque x población,  $F_k(P_j)$  = familia anidada en población,  $\beta_i F_k(P_j)$  = interacción bloque x familia anidada en población y  $E_{ijkl}$  = error.

Se evaluó el número de cotiledones y la longitud del cotiledón más largo, altura total (a la edad de dos, seis y nueve meses), diámetro basal (a la edad de cinco y siete meses). Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Se calculó la heredabilidad en sentido estricto a nivel de árboles individuales ( $h^2_{ind}$ ), familiar ( $h^2_{fam}$ ) y de individuos dentro de familia ( $h^2_{ind(fam)}$ ) (Zobel y Talbert, 1992):

Para el cálculo de las ganancias genéticas, primero se procedió a calcular los diferenciales de selección:  $I_1 = \bar{l} - l$ ,  $I_2 = \bar{f} - f$

En donde:  $I_1$  y  $I_2$  = diferenciales de selección,  $\bar{l}$  = Promedio de los 10 mejores individuos de las 10 mejores familias,  $f$  = Promedio de las 10 mejores familias,  $\bar{g}$  = Promedio general. Posteriormente, se estimó las ganancias genéticas seleccionando los mejores individuos de las mejores familias ( $g$ ):

$$g = \frac{[(I_1 \times h^2_{ind(fam)}) + (I_2 \times h^2_{fam})]}{100}$$

Agradecemos la donación de envases y sustrato al Sr. Pedro Hernández Provençal, Beever Plástica de México, Uruapan, Mich.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Todos los caracteres presentaron variación significativa entre familias dentro de procedencias (Sáenz *et al.*, 2003), por lo que a todos se les calculó la heredabilidad y la ganancia genética. De manera similar todos los caracteres presentaron altos valores de heredabilidad familiar, siendo el mayor para el número de cotiledones (0.837) y el menor para diámetro a los siete meses de edad (0.499), lo que nos indica que en general son características muy heredables en una misma familia; mientras que sólo el número de cotiledones mostró valores altos de heredabilidad individual y entre individuos de una misma familia (0.567 y 0.505, respectivamente).

Los valores de heredabilidad para la longitud del cotiledón más largo fueron: a nivel individual 0.190, familiar 0.617 y entre individuos dentro de una misma familia 0.149. Los diámetros a la edad de cinco y siete meses mostraron valores bajos de heredabilidad individual (0.163, 0.140, a la edad respectiva) y de individuos dentro de familia (0.146, 0.135, a la edad respectiva), a nivel familiar presentaron valores altos de heredabilidad (0.591 y 0.499, a la edad respectiva).

En cuanto a las alturas en tres diferentes edades (dos, cinco y nueve meses de edad) mostraron los siguientes valores de heredabilidad individual: 0.386, 0.272 y 0.334, respectivamente. Estas mismas características presentaron valores similares a nivel individual dentro de familia: 0.346, 0.266 y 0.341, respectivamente; mientras que a nivel familiar los valores fueron de 0.769, 0.675 y 0.694, respectivamente. Esto nos muestra que la altura es una característica con un importante control genético a nivel de familias.

En cuanto a las ganancias genéticas considerando los 10 mejores individuos de las 10 mejores familias, se obtuvieron los siguientes porcentajes: para el número de cotiledones (15.94%), longitud del cotiledón más largo (5.64%), diámetro a la edad de cinco y siete meses (7.35% y 8.09%, respectivamente) y altura de la plántula a la edad de dos, cinco y nueve meses (16.44%, 9.08% y 14.57%, respectivamente).

**CONCLUSIONES.** (1) El número de cotiledones presentó los valores más altos de heredabilidad en los tres niveles de heredabilidad estudiados, por lo que se puede señalar que es una característica que está fuertemente determinada por factores genéticos. (2) La heredabilidad a

nivel familiar fue mayor que la heredabilidad a nivel de individuos y de individuos dentro de familias. (3) Las ganancias genéticas esperadas son relevantes, sobre todo si consideramos que las progenies provienen de árboles seleccionados al azar, no de árboles superiores.

Se debe seguir evaluando la heredabilidad y el grado de correlación que existe entre características a diferentes edades. En caso de que hubiera elevada correlación edad-edad, sería justificable realizar selección temprana.

**REVISIÓN DE LITERATURA.** EQUILUZ, P. T. 1985. Selección y ganancia genética en bosques naturales vs. Plantaciones. En: II Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. SARH. Publicación Especial No. 48. Agosto de 1984, México, D. F. pp. 271-287. SÁENZ R., C., H. VIVEROS Y., R. GUZMÁN R. 2003. Abundancia genética variación among *P. oocarpa* populations on Michoacán, Western México. Preliminary results from a nursery test. Manuscrito sometido a Forest Genetics. BAS Institute, 1998. SAS/STAT User's Guide, release 6.03 Edition. SAS Institute, Cary, N. C. 1028 p. VARGAS H., J. y W. T. ADAMS 1992. Age-age correlations and early selection for wood density in young coastal Douglas-Fir. Forest Science 38(2):442-447. WU, H. X. 1998. Study of early selection in tree breeding *Pinus Geneésis* 47(2-3): 146-155. ZOBEL, B. y J. TALBERT. 1992. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Umexa, México, D. F. 545 p.



Parámetros reproductivos de *Pinus pinaster* Gordon en el Estado de Hidalgo

Rosa I. Quiroz Vázquez<sup>1</sup>, Javier López Upton<sup>1</sup>, Víctor M. Cetina Alcalá<sup>2</sup>, Gregorio Ángeles Pérez<sup>2</sup> y Antonio Trinidad Santos<sup>2</sup>.

**INTRODUCCIÓN.** En coníferas se han utilizado indicadores basados en el análisis de producción de semilla para monitorear el estado reproductivo (Mosserer *et al.*, 2000). A través del análisis de conos se obtiene la eficiencia y potencial de producción de semilla, los cuales son considerados buenos indicadores de la viabilidad reproductiva de una población (Bramlett *et al.*, 1977). Igualmente la relación entre el peso de semillas llenas y peso de cono, y la cantidad de semillas vanas por cono proporcionan medidas de la capacidad y éxito reproductivo (Mosserer *et al.*, 2000). *P. pinaster* es especie de pino piñonero endémica, considerada bajo riesgo y en peligro de extinción (Perry, 1991; Richardson y Rundel, 1998). Tiene un valor ecológico como una especie adaptada a condiciones extremas de aridez y económico como ornamental y para la práctica de la agroforestería. Hidalgo representa el extremo sur de la distribución natural con dos poblaciones pequeñas donde se ha observado que las plántulas o brinzales son muy escasos con el sobrepastoreo de ganado caprino y recolección de leña y frutos.

**MATERIALES Y METODOS.** Se estudiaron poblaciones, San Cristóbal y Cuesta Blanca en el municipio El Cardonal, Hgo. Se seleccionaron 25 árboles de cada población, de los que se obtuvo altura, diámetro y edad. La producción total de conos de cada árbol se evaluó en dos años consecutivos, 2001 y 2002. El potencial de semilla, la eficiencia de semilla, el índice de endogamia (proporción de semilla vana/vanas y llenas) y el estado reproductivo de las poblaciones se determinó usando la metodología de análisis de cono y producción de semilla indicados por Bramlett *et al.* (1977) y Mosserer *et al.* (2000). Se obtuvieron los componentes de varianza y medias. Además un análisis de correlación entre las variables morfológicas, de sitio y características de árboles.

<sup>1</sup>Estudiante de Doctorado, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, rosavaz@cefor.colpos.mx  
<sup>2</sup>Profesor-investigador, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, atstt@colpos.mx

**RESULTADOS Y DISCUSION.** En nueve de las doce características la mayor contribución a la varianza total fue la del error (Cuadro 1). En las características largo y peso de cono la mayor contribución a la varianza total fue por parte del árbol, mientras que para el potencial de semilla el componente de mayor importancia fue la fecha de colecta. La variación entre árboles dentro de poblaciones y de árboles con la interacción año de colecta fue estadísticamente significativa para todas las características evaluadas. Otros trabajos han encontrado en características de semillas una mayor fuente de variación a nivel de árbol y conos que ha nivel de población (Mosserer, 1992). El número de conos varío entre las poblaciones (Cuadro 2) durante el primer año; sin embargo en el segundo año la diferencia no fue significativa. Hubo diferencias significativas entre fechas en la eficiencia de semilla ( $p < 0.10$ ), con una disminución para cada una de las poblaciones durante el segundo año, lo que se ve reflejado en una mayor proporción de semillas vanas. Las poblaciones presentan mejores valores en cuanto a eficiencia reproductiva durante el primer año, esto es más biomasa dirigida a la semilla que al cono. La producción de semilla llena fue del 54% en ambas poblaciones y disminuye un 40% en el segundo año; en este año el valor del índice de endogamia aumenta considerablemente en la población de Cuesta Blanca, donde el número de semilla vana es tres veces superior que en la población de San Cristóbal. La reducción en la producción de semilla viable por cono, es consistente con el efecto de depresión genética esperado en años no semilleros y en poblaciones pequeñas y aisladas, donde la cantidad y calidad de polen puede ser escaso (Mosserer *et al.*, 2000). Las semillas vanas son el resultado de la expresión de genes deletéreos homocigóticos en el desarrollo del embrión, lo que ocurre por autofecundación (Bramlett, 1974). Estudios de polinizaciones controladas han constatado la formación de semillas vanas como efecto de la endogamia (Sorensen, 1973; Mosserer y Rajora, 1998). La eficiencia reproductiva y el número de conos no presentaron una correlación

significativa. El potencial de semilla se encuentra correlacionado al peso de cono de manera positiva ( $r = 0.55$ ), lo que puede indicar que una mayor cantidad de energía utilizada en la formación de biomasa resulta favorable para la producción de óvulos fértiles.

**CONCLUSIONES.** Las poblaciones de *P. pinaster* en Hidalgo muestran signos iniciales de declive en características reproductivas, destacando el valor alto de semillas vanas, además existe una alta variabilidad entre años en la capacidad reproductiva. Esto puede agravarse al paso del tiempo por la falta de regeneración natural de la especie, el excesivo pastoreo y el incremento en los índices de endogamia particularmente en años de baja producción de polen. Algunos factores socioeconómicos pueden limitar la conservación in situ, por lo que para estas poblaciones en particular se sugieren además estrategias de conservación ex situ.

**LITERATURA CITADA**

- Bramlett, D.L., Belcher Jr. E.W., DeBarr G.L., Heriel J.L., Kartali R.P., Lantz C.W., Miller T., Ware K.D. y Yates H.O. III 1977. Cone analysis of southern pines: a guidebook. Gen. Tech. Rep. SE-13, USDA; For. Ser., Southeastern For. Exp. Stn. Asheville, N.C. 28 p.
- Bramlett D.L. 1974. Seed potential and seed efficiency. In: Seed yield from southern pine seed orchards. Proc. Kraus J. (Ed.), Georgia Forest Research Council, pp:1-7.
- Ledig, T.F. 1998. Genetic variation in *Pinus*. In: Ecology and biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, pp:251-280.
- Mosserer, A. 1992. Seed yield and quality from early cone collections of black spruce and white spruce. Seed Sci. & Technol. 20:473-482
- Mosserer A. and Rajora O.P. 1998. Monitoring populations viability in declining tree species using indicators of genetic diversity and reproductive success. In: Environmental Forest Science. Sassa K. (Edit), Kluwer Academic Publishers, pp:333-344.
- Mosserer A., Major J.E., Simpson J.D., Daigle B., Lange K., Park Y.S., Johnsen K.H. y Rajora O.P. 2000. Indicators of population viability in red spruce, *Picea rubens*. I. Reproductive traits and fecundity. Can. J. Bot. 78:928-940.
- Perry, J.P. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber Press, Portland, USA. 231 p.
- Richardson, D.M. y Rundel P.W. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*: an introduction. In: Ecology and biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press. pp:3-46.
- Sorensen F.C. 1973. Frequency of seedlings from natural self-fertilization in Coastal Douglas-fir. Silvae Genetica 22(1-2):20-24.

Cuadro 1. Componentes de varianza (%) en producción de *Pinus pinaster* Gordon del estado de Hidalgo.

Característica	Componentes de varianza (%)					
	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_p$	$\sigma^2_{p^2}$	$\sigma^2_{p^2}$	$\sigma^2_{p^2}$	$\sigma^2_{p^2}$
Número de conos	0	100%	0	0	0	0
Largo de cono	22.67*	19.68*	0	21.51*	24.27*	29.10
Peso de cono	13.67*	19.68*	0	13.11*	1.88*	23.48*
Producción de semilla	0	30.58*	0	0	0	0
Producción de semilla vana	0.00	0	0	20.00*	20.11*	20.11*
Producción de semilla llena	0.00*	0	0	0.11*	0.11*	0.11*
Peso de 100 semillas	0.00*	0	0	0.11*	0.11*	0.11*
Peso total de semilla	0.00*	0	0	0.11*	0.11*	0.11*
Índice de endogamia	0	30.58*	0	0.11*	0.11*	0.11*
Estado reproductivo	0	0.11*	0	0	0	0

$\sigma^2_e$  = varianza;  $\sigma^2_p$  = entre poblaciones;  $\sigma^2_{p^2}$  = de fecha;  $\sigma^2_{p^2}$  = interacción población x fecha;  $\sigma^2_{p^2}$  = entre árboles ( población);  $\sigma^2_{p^2}$  = de la interacción árbol x fecha; + efecto significativo con ( $P < 0.10$ ), \* ( $P < 0.05$ ); y \*\* ( $P < 0.01$ ). \_ = Eficiencia de semillas.

Cuadro 2. Valores de medias y significancia entre poblaciones de *Pinus pinaster* Gordon en estado de Hidalgo durante dos años de colecta.

Característica	San Cristóbal		Cuesta Blanca	
	1 <sup>o</sup> año	2 <sup>o</sup> año	1 <sup>o</sup> año	2 <sup>o</sup> año
Número de conos	38.24	5.4	59.25	13.48
Peso seco de cono (gr)	6.59	14.07	13.91	11.78
Potencial de semilla	87.28	68.91	78.95	81.39
Producción de semilla vana	30.72	78.91	38.30	39.0
Producción de semilla llena	1.29	13.70	6.74	25.91
Peso de 100 semillas (g)	52.79	48.87	54.77	53.09
Peso total de semilla llena por cono	16.25	13.00	14.36	8.27
Índice de endogamia	0.32	0.4	0.35	0.66
Estado reproductivo	0.98	0	1.11	1.70
Producción de semilla llena por cono	0.04	0	0.33	0.27

Efecto significativo con + ( $P < 0.10$ ), \* ( $P < 0.05$ ); y \*\* ( $P < 0.01$ ). \_ = Eficiencia de semillas.

**Poblaciones de *Pinus oocarpa* se diferencian genéticamente en gradientes altitudinales. Implicaciones para restauración ecológica y mejoramiento genético.**

Cuahtémoc Sáenz-Romero<sup>1</sup> y Rubén Ricardo Guzmán-Reyna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (INIRENA-UMSNH). Apdo. Postal 12, Administración La Colina, Morelia Michoacán 58141, México. Tel/Fax (443)327-2350 y 51. [csaenz@zeus.umich.mx](mailto:csaenz@zeus.umich.mx).

<sup>2</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica s/n, Col. Felicitas del Río, Morelia Michoacán 58040, México.

**Introducción:** Las reforestaciones que se realizan en el país dentro de programas gubernamentales tienen una tasa de sobrevivencia relativamente baja, de aproximadamente 35 % para el primer año, debido a múltiples factores, entre ellos la inadecuada selección de especies y procedencias. Para mejorar la sobrevivencia de las reforestaciones, es indispensable mejorar el acoplamiento entre los genotipos y los ambientes. Para ello, es indispensable conocer cuál es el patrón de variación genética entre poblaciones o procedencias, dentro de especies. Se ha demostrado que poblaciones de coníferas se diferencian genéticamente a lo largo de gradientes altitudinales, como respuesta a la presión de selección de variables ambientales (Campbell 1979, Rehfeldt 1988, 1989). El conocimiento de los patrones de variación genética de especies de México permitiría desarrollar una zonificación como herramienta para decidir el movimiento de semillas entre los sitios de colecta y los sitios de reforestación, y con ello mejorar el acoplamiento entre genotipos y ambientes (Campbell 1986, 1991).

**Objetivo:** Determinar si existen diferencias genéticas significativas en caracteres cuantitativos para poblaciones de *Pinus oocarpa* Shiede que se distribuyen a lo largo de gradientes altitudinales en la región de Uruapan, Michoacán.

**Materiales y Métodos:** Se colectó semilla por individuo de cinco poblaciones de *P. oocarpa* a lo largo de un transecto altitudinal, de los 1100 m a los 1500 m de altitud, una población aproximadamente cada 100 m de diferencia altitudinal, en las cercanías de Uruapan, Michoacán. Se estableció en campo un ensayo de procedencias/progenies en Cuatrayo, Ejido San José de Cañas, Mpio. de Ario de Rosales, Mich. (1500 m de altitud). Se midió semestralmente altura de los individuos. Se realizó un análisis de varianza. Para fines de zonificación, se estimó la diferencia mínima

significativa entre dos poblaciones, y se ajustó un modelo de regresión de altitud de origen de la población contra altura de la planta.

**Resultados y Discusión:** Análisis de varianza de la altura de los individuos indica que existe diferencias significativas ( $p = 0.03$ ) entre poblaciones para la altura de la planta a la edad de 2.5 años. Se encontró que existe un patrón clinal, en que las poblaciones originadas a menor altitud crecen más que las originadas a mayor altitud. Comparando la diferencia mínima significativa de la altura de la planta entre las medias de dos poblaciones con la pendiente de la regresión altitud de la procedencia vs. altura de la planta, se determinó que las poblaciones *P. oocarpa* se diferencian genéticamente en su crecimiento cuando están separadas al menos 120 m de diferencia altitudinal.

**Conclusiones:** Poblaciones de *P. oocarpa* se diferencian genéticamente a lo largo de gradientes altitudinales. Para fines de restauración ecológica, la semilla de una procedencia de *P. oocarpa* se pueda desplazar altitudinalmente hacia arriba o hacia abajo 120 m sin que exista diferencia significativa respecto a una procedencia local. Para fines de mejoramiento genético, la semilla desplazada altitudinalmente hacia arriba hasta 300 m, tendrá un crecimiento superior a la local.

**Bibliografía:** Campbell, R.K. 1979. Geneecology of Douglas-fir in a watershed in the Oregon Cascades. *Ecology* 60(5):1036-1050. Campbell, R.K. 1986. Mapped genetic variation of douglas-fir to guide seed transfer in southwest Oregon. *Silvae Genetica* 35(2-3):85-86. Campbell, R.K. 1991. Soil, seed-zone maps, and physiography: guidelines for seed transfer of douglas-fir in southwestern Oregon. *Forest Science* 37(4):973-986. Rehfeldt, G.E. 1988. Ecological genetics of *Pinus contorta* from the Rocky Mountains (USA): a synthesis. *Silvae Genetica* 37(3-4):131-135. Rehfeldt, G.E. 1989. Ecological adaptations in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*): a synthesis. *Forest Ecology and Management* 28:203-215.

**REPETIBILIDAD DE PARÁMETROS GENÉTICOS EN UN ENSAYO CLONAL DE *Eucalyptus urophylla* S. T. BLAKE.**

Nahum M. Sánchez-Vargas, J. Jesús Vargas-Hernández y Javier López-Upton  
Colegio de Posgraduados [nahus@colpos.mx](mailto:nahus@colpos.mx).

**INTRODUCCIÓN**

*Eucalyptus urophylla* es una especie que se ha adaptado bien al trópico mexicano y se está plantando con gran éxito por sus características ecológicas, productivas, facilidad de propagación y sus razonables niveles de diversidad genética (House y Bell, 1994). La productividad de los genotipos varía según el ambiente en el que se plantan; sin embargo, existen individuos que tienen un desempeño estable (repetible) en diferentes ambientes. Esta repetibilidad se ve reflejada en los parámetros genéticos, lo que permite establecer similitudes entre sitios y entre genotipos. Uno de los factores de mayor influencia en la selección de genotipos superiores es el efecto del ambiente de evaluación sobre el desempeño de éstos. Aún cuando no haya una fuerte interacción GxA, las condiciones del sitio de evaluación pueden influir sobre la estimación de parámetros genéticos como la heredabilidad y la ganancia genética esperada (St. Clair y Adams, 1993).

La edad de rotación en eucaliptos tropicales puede variar de 6 a 8 años; sin embargo, se puede aumentar la eficiencia de la selección si el periodo de evaluación se reduce de manera significativa (Wei y Borralho, 1998). Ante la necesidad de información sobre parámetros genéticos para *E. urophylla*, la empresa Forestaciones Operativas de México, S. A. de C. V. (FOMEX) estableció un ensayo clonal con el objetivo de determinar el nivel de control genético en el crecimiento temprano de clones de *E. urophylla* S. T. Blake y la

repetibilidad de los parámetros genéticos en varios sitios de evaluación.

**METODOLOGIA**

El ensayo se estableció en el invierno de 1999, con 66 clones seleccionados fenotípicamente y propagados mediante estaquillas enraizadas en un sistema hidropónico. Se mantuvieron en vivero hasta una altura promedio de 25 cm. El ensayo se estableció en cuatro sitios diferentes: Abreu1 (sitio 1) y Alemán (sitio 2) en el estado de Tabasco, y Búfalo (sitio 3) y Valenzuela (sitio 4) en el estado de Veracruz. Se realizó un subsuelo y posteriormente se estableció la plantación en un diseño en bloques completos al azar, con 15 repeticiones. Cada bloque con parcelas de un solo árbol.

Los árboles se midieron a los 10, 11 y 12 meses en los sitios 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Las variables de respuesta fueron altura total, diámetro a la altura del pecho y volumen. Con los datos se hicieron análisis de varianza por separado para cada sitio y para todos los sitios en su conjunto (análisis conjunto -A.C.-) usando el procedimiento VARCOMP de SAS, con los siguientes modelos:

Análisis por sitio:  $Y_{ijk} = \mu + b_j + c_k + e_{ijk}$   
Análisis conjunto:  $y_{ijk} = \mu + s_i + b_j(i) + c_k + cskl + e_{ijk}$

donde  $y_{ijk}$  es la  $ijk$ ésima observación fenotípica;  $\mu$  es el valor medio de la población;  $s_i$  es el efecto fijo del  $i$ ésimo sitio;  $b_j(i)$  es el efecto del  $j$ ésimo bloque dentro del  $i$ ésimo sitio;  $c_k$  es el efecto del  $k$ ésimo clon;  $cskl$  es el efecto de interacción del  $k$ ésimo clon y el  $i$ ésimo sitio;  $e_{ijk}$  es el efecto de la interacción

del késimo clon con el késimo bloque dentro del késimo sitio. Antes de realizar el A.C. los datos fueron estandarizados por sitio para remover los efectos de escala de cada sitio.

Con los componentes de varianza y covarianza obtenidos del análisis por sitio se estimaron las heredabilidades en sentido amplio a nivel individual, de rametos ( $H^2_i$ ), y de la media de los clones ( $H^2_c$ ) para cada variable, así como las correlaciones genéticas ( $r_G$ ) y fenotípicas ( $r_P$ ) entre ellas (Lambeth *et al.*, 1994). La repetibilidad de estos parámetros fue evaluada mediante una prueba de homogeneidad de coeficientes de correlación (Steel *et al.*, 1997). A partir del A.C. se estimó la significancia de la interacción genotipo X ambiente y las correlaciones genéticas tipo B entre pares de ambientes.

## RESULTADOS

En el análisis por sitios se encontró que el sitio 3 tuvo un comportamiento diferente con respecto a los otros: en este sitio los árboles tuvieron el mayor tamaño promedio (6.7 m de altura; 5.6 cm de diámetro; y 12.9 dm<sup>3</sup> de volumen) y las más bajas heredabilidades ( $H^2_i \leq 0.07$  y  $H^2_c \leq 0.40$ ). Si no se toma en consideración este sitio, en el resto se observa un control genético relativamente fuerte y estable ( $H^2_i \geq 0.22$  y  $H^2_c \geq 0.80$ ) para todas las características evaluadas (Cuadro 1).

Las correlaciones genéticas entre pares de caracteres en un mismo sitio fueron altas para los tres pares de caracteres, con una estructura similar entre sitios, de acuerdo con la prueba de homogeneidad de  $\chi^2$  (Cuadro 2).

Esto muestra que estos parámetros también son repetibles de un sitio a otro. Tanto a nivel de sitios separados como en el A.C., el diámetro presentó una mayor correlación genética con el volumen que la altura (Cuadro 2).

En el A.C. se encontró una correlación genética entre sitios (Tipo B) moderadamente alta para las tres variables (0.61–0.65). Los sitios que presentaron los valores más altos de correlación fueron los más cercanos en edad, esto es, los sitios 1 y 2 (0.82–1.00) y los sitios 3 y 4 (0.93–0.94).

Cuadro 1. Valores promedio ( $\bar{x}$ ) y heredabilidades en sentido amplio ( $H^2_i$ ,  $H^2_c$ ) en un ensayo clonal de *Eucalyptus urophylla* establecido en diferentes sitios.

Sitio	Diámetro (cm)		Altura (m)		Volumen (dm <sup>3</sup> )	
	$\bar{x}$	$H^2_i$	$\bar{x}$	$H^2_i$	$\bar{x}$	$H^2_i$
1	4.6	0.26	0.84	4.6	0.34	0.88
2	4.5	0.22	0.80	4.6	0.28	0.84
3	6.7	0.07	0.40	5.6	0.04	0.27
4	6.0	0.24	0.80	5.0	0.32	0.85
A.C.	5.4	0.13	0.80	4.9	0.15	0.80

Cuadro 2. Correlaciones genéticas ( $r_G$ ) entre las características de crecimiento en clones de *Eucalyptus urophylla* en diferentes sitios.

Sitio	$r_G$		
	Diámetro-Altura	Diámetro-Volumen	Altura-Volumen
1	0.60	0.94	0.87
2	0.78	0.97	0.89
3	0.66	0.97	0.93
4	0.88	0.97	0.95
A.C.	ns	ns	ns
A.C.	0.75	0.97	0.88

ns = no significativo.

## DISCUSIÓN

El mayor tamaño promedio de los árboles y la menor heredabilidad estimada en el sitio 3 probablemente se deban al mayor porcentaje de mortalidad ocurrido en ese sitio (31.5%). Al aumentar el espaciamiento entre los árboles se aceleró la tasa de crecimiento, lo que permitió a los árboles alcanzar un mayor tamaño. Las diferencias en el espaciamiento ocasionadas por la mortalidad también aumentaron la variabilidad ambiental,

ocasionando una reducción de los efectos genéticos sobre el crecimiento. Wei y Borralho (1998) encontraron efectos similares al evaluar un ensayo a diferentes edades, en donde la heredabilidad disminuyó gradualmente con el tiempo, debido al aumento de variabilidad espacial en las condiciones de crecimiento. A pesar de lo anterior, los valores de  $H^2_c$  y las correlaciones genéticas entre pares de caracteres fueron repetibles entre los sitios, lo cual indica que es posible reducir el número de sitios de evaluación clonal en ensayos posteriores.

Aunque en el análisis de varianza la interacción clon X sitio fue significativa, ésta no tuvo mayores implicaciones prácticas, puesto que las correlaciones entre sitios (Tipo B) muestran que existe una estabilidad relativamente fuerte en el desempeño de los genotipos.

## CONCLUSIONES

Con excepción del sitio donde hubo mayor mortalidad, las heredabilidades y las correlaciones genéticas entre pares de características fueron similares y repetibles entre los sitios. De la misma manera, la correlación genética entre sitios fue suficientemente elevada para todas las variables del crecimiento evaluadas. Esto nos permite concluir que los clones tuvieron un desempeño estable en los sitios de evaluación.

## BIBLIOGRAFÍA

- House, A.P.N. and J.C. Bell. 1994. Isozyme variation and mating system in *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake. *Silvae Genetica* 43: 167-176.
- Lambeth, C., M. Endo, and J. Wright. 1994. Genetic analysis of 16 clonal trials of *Eucalyptus grandis* and comparisons with seedling checks. *Forest Science* 40: 397-411.
- St. Clair, J. B. and W. T. Adams. 1993. Family composition of Douglas-fir

nursery stock as influenced by seed characters, mortality, and culling practices. *New Forests* 7: 319-329.

Steel, R. G. D., J. H. Torrie and D. A. Dickey. 1997. Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. 3th edition. McGraw-Hill series in Probability and Statistics. WCB/McGraw-Hill. U.S.A., 666 p. (Chapter 11) pp: 290-297.

Wei, X. and N.M.G. Borralho. 1998. Use of individual tree mixed models to account for mortality and selective thinning when estimating base population genetic parameters. *For. Sci.* 44: 246-253.

Los autores agradecen a FOMEX y CONAFOR por el apoyo brindado para la realización del estudio.

## SISTEMA DE CRUZAMIENTO EN POBLACIONES NATURALES DE *Pinus greggii* ENGELM.

Conrado Farraguire Lazama<sup>1</sup>, J. Jesús Vargas Hernández<sup>2</sup>, Porfirio Ramírez Vallejo<sup>2</sup> y Carlos Ramírez Herrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental "San Martín" Apartado Postal 124 C. P. 74100 San Martín Texmelucan, Pue., [cfarraguire@yahoo.com.mx](mailto:cfarraguire@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Especialidad Forestal, Km 36.5 Car. Mex.-Tex., [ramirez@postcos.colepos.mx](mailto:ramirez@postcos.colepos.mx)

**INTRODUCCIÓN.** El patrón de cruzamiento de una especie es un factor importante en la estructura de la diversidad genética de una población. En especies forestales, los sistemas de cruzamiento son importantes en los programas de mejoramiento genético ya que determinan la forma de transmisión de la información genética de padres a hijos. La mayoría de las especies forestales presentan un sistema de polinización cruzada en forma predominante (Ledig, 1998). Este sistema les confiere una amplia diversidad genética debido a las probabilidades de recombinación genética, favorece el flujo génico entre poblaciones y evita la diferenciación entre ellas. Sin embargo, existen factores que puedan modificar el patrón de cruzamiento. Algunos de éstos factores son la estructura demográfica y el tamaño de las poblaciones, la densidad de población y la presencia de otras especies leñosas. Dado que en *Pinus greggii* se identificó una elevada diferenciación genética entre poblaciones ( $F_{st} = 0.379$ ) y un bajo nivel de flujo génico entre ellas (Farraguire *et al.*, 2002), es posible que el sistema de cruzamiento juegue un papel importante en la estructura de la diversidad genética de las poblaciones. Con base en lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron: a) estimar el nivel de polinización cruzada en poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm., y b) determinar el efecto del tamaño de la población, la densidad del arbolado o la presencia de otras especies leñosas en la población, sobre el porcentaje de polinización cruzada.

**MATERIALES Y METODOS.** En el estudio se incluyeron cuatro poblaciones representativas del área de distribución natural de la especie, con el fin de comparar el patrón de cruzamiento entre ellas. Se eligieron dos poblaciones de la región sur y dos poblaciones de la región norte. Estas poblaciones presentan características contrastantes de tamaño, densidad de población (número de árboles ha<sup>-1</sup>) y presencia de otras especies arbóreas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Tamaño de población, densidad del arbolado y proporción de *Pinus greggii* en las cuatro poblaciones estudiadas.

Población	Superficie (ha)	Densidad (árboles ha <sup>-1</sup> )	Proporción <i>P. greggii</i> (%)
El Madroño, Oax.	1800	271	8.18
Sacahuacán, Hgo.	1.25	180	1.75
Las Placetas, N.L.	230	307	1.13
Puerto San Juan, Oax.	25	55	0.23

T N° de árboles de *P. greggii* por cada individuo de otras especies leñosas en la población.

De cada población se tomó una muestra de 20 individuos y 12 semillas de cada uno de ellos, las que se pusieron a germinar en cajas de petri con papel filtro húmedo, a una temperatura de 26° C. Una vez germinadas las semillas, se extrajeron por separado los tejidos del megagametofito (haploide) y del embrión (diploide) de cada una de ellas. El tejido del megagametofito tiene la misma constitución genética que el óvulo que origina el embrión de las semillas, por lo que representa la contribución materna y por diferencia con el genotipo del embrión se puede obtener la contribución paterna (polen). Se consideraron los sistemas enzimáticos que previamente mostraron un nivel elevado de polimorfismo y una buena resolución en esta especie (Farraguire *et al.*, 2002), éstos fueron 6-Fosfogluconato deshidrogenasa (6PGD, E.C.1.1.1.44) con 2 loci, Fosfoglucoasa isomerasa (PGI, E.C.5.3.1.9) con 2 loci y Malato deshidrogenasa (MDH, E.C.1.1.1.37) con 3 loci, para un total de 7 loci putativos incluidos en el análisis. La proporción de entrecruzamiento (I) se estimó con base en los genotipos de un locus génico ( $I_L$ ) y de varios loci a la vez ( $I_{L_1}$ ) de la progenie de cada árbol. Estas estimaciones se llevaron a cabo para cada población por separado utilizando el método de máxima verosimilitud del programa de cómputo MLTR desarrollado para tal fin por Ritland (1994), el cual permitió también la estimación de la correlación de paternidad (rp) entre la progenie resultante del cruzamiento.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** En casi la mitad de los casos (24 de 58, 42%), las frecuencias alélicas del polen fueron significativamente diferentes ( $p = 0.05$ ) de las frecuencias alélicas de los óvulos; con excepción de Xochicoatlán,

donde solo el 14 % (2 de 14) de las comparaciones presentaron diferencias significativas; en las otras tres poblaciones entre el 42 % y el 57 % de las comparaciones fueron significativas, lo cual sugiere que con excepción de Xochicoatlán, en términos generales el "pool" de polen no representa las frecuencias alélicas locales de los árboles maternos.

Las frecuencias alélicas de los progenitores y de la progenie fueron semejantes ( $p = 0.05$ ) en la mayoría de las poblaciones, con excepción del locus Pgd2 en las poblaciones de El Madroño y Xochicoatlán, los loci Pgi1 y Mdh1 en las poblaciones de El Madroño, Las Placetas y Puerto San Juan y el locus Mdh2 en las cuatro poblaciones, en donde el alelo más común en los padres no fue el más común en la progenie. Los cambios en las frecuencias alélicas de estos loci reflejan la presencia de una estructura genética espacial (heterogeneidad espacial en las frecuencias alélicas) en esas poblaciones con respecto a esos loci. Sin embargo, en términos generales las frecuencias alélicas en los loci evaluados se mantuvieron en equilibrio de una generación a otra.

El porcentaje de polinización cruzada estimado con base en la información multilocus ( $I_{L_1}$ ) fue mayor a 0.90 ( $0.91 < I_{L_1} < 1.00$ ) en todas las poblaciones y sólo en una de ellas fue diferente de 1.0 de manera significativa (Cuadro 2). El estimador de un locus simple ( $I_L$ ) presentó un valor promedio de porcentaje de polinización cruzada ligeramente menor que el estimador multilocus en todas las poblaciones ( $0.782 < I_L < 0.991$ ); sin embargo, solo en dos poblaciones (El Madroño y Las Placetas) las diferencias entre los dos estimadores fueron estadísticamente significativas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Tasa de polinización cruzada estimada con base en información multilocus ( $I_{L_1}$ ) o de locus individuales ( $I_L$ ), incluyendo sus intervalos de confianza, y valores de correlación de paternidad (rp) en cuatro poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm.

Población	$I_L$	$I_{L_1}$	$I_{L_1} - I_L$	rp
El Madroño, Oax.	0.95 ± 0.03	0.92 ± 0.04	0.03	0.49 ± 0.03
Sacahuacán, Hgo.	1.00 ± 0.00	0.91 ± 0.04	0.09	0.42 ± 0.04
Las Placetas, N.L.	1.00 ± 0.00	0.92 ± 0.03	0.08	0.72 ± 0.04
Puerto San Juan, Oax.	0.81 ± 0.02	0.79 ± 0.02	0.02	0.79 ± 0.04

rp representa el valor promedio obtenido con ambos loci homologados. El error estándar se presenta al error estándar.

Estos resultados son consistentes con los de otras especies forestales que tienen una dispersión de polen por viento. Por ejemplo, en la mayoría de las especies de coníferas, especialmente dentro del género *Pinus*, el porcentaje de polinización cruzada en

poblaciones naturales es cercano a 1.0 (Ledig, 1998). También es común que los valores de  $I_L$  sean ligeramente mayores que los valores de  $I_{L_1}$ , debido a que la información de varios loci en forma simultánea permite detectar de manera más eficiente la presencia de polinización cruzada que la información de un locus (Shaw y Allard, 1982). Las diferencias entre  $I_L$  y  $I_{L_1}$  en las poblaciones de El Madroño y Las Placetas, indican que en ellas existe endogamia asociada con el cruzamiento entre individuos emparentados, debido posiblemente a una estructura familiar de la población.

Debido a que los valores de  $I_L$  fueron similares en todas las poblaciones, se infiere que el tamaño, la densidad de población y la presencia de otras especies no afectaron de manera significativa el patrón de cruzamiento natural de la especie. Aunque existe una diferenciación genética entre las poblaciones ( $F_{st} = 0.37$ ; Farraguire *et al.*, 2002), no se encontraron cambios importantes en la polinización cruzada entre ellas; además, los valores de  $I_L$  en todas las poblaciones fueron muy cercanos a 1, lo que indica que el patrón predominante en todas ellas es la polinización cruzada.

Por otro lado, existieron diferencias significativas en el coeficiente de correlación de paternidad (rp) entre las poblaciones. Un valor elevado de rp, como en el caso de El Madroño indica que hay una proporción elevada de hermanos completos en la población, debido a una participación reducida del número de padres que polinizan a cada hembra en la población.

**CONCLUSIONES.** Se encontró que el polen no representa las frecuencias alélicas locales de los árboles madre y que existe una movilidad adecuada de polen dentro de estas poblaciones. Además, los valores del porcentaje de polinización cruzada son elevados, lo que coincide con lo esperado para especies de polinización anemófila como los pinos. El tamaño, la densidad de población y la presencia de otras especies en la población no tuvieron un efecto significativo sobre el patrón de cruzamiento de la especie; sin embargo, las diferencias entre los valores de  $I_L$  y  $I_{L_1}$  así como los valores elevados de rp sugieren que en algunas poblaciones existe una estructura familiar que favorece el cruzamiento entre parientes y que el número de individuos que participan en los eventos reproductivos es reducido.

### LITERATURA CITADA.

- Ledig, T. 1998. Cambridge University Press, pp. 251-280.  
 Farraguire L. C., J. J. Vargas H., P. Ramírez V., J. S. Asprer P. y J. Jasso M. 2002. Rev. Fitotec. Mex. 25(2): 279-287.  
 Ritland K. 1994. MLTR program, version 2.0.  
 Shaw, O. V. and R. W. Allard. 1982. Theor. Appl. Genet. 62:119-120.

VARIACIÓN DE HOJAS, CONOS Y SEMILLAS DE *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica* EN CUATRO RODALES NATURALES DE LA REGIÓN ALTOS DE CHIAPAS.

Biól. Cristóforo Zamora Serrano<sup>1</sup>, M. D. Elraín Velasco Bautista<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
 Campo Experimental Rancho Nuevo, Encino no. 16 San Cristóbal de las Casas, Chiapas.  
<sup>2</sup>CENID-COMEF Progreso no. 5 Coyoacán, México D.F.  
 E-mail: biobio@cefora@hotmail.com; evelasco@infap@infap.conacyt.mx

**Introducción.** En la Región Altos de Chiapas, en los últimos 20 años, se ha reducido la superficie arbolada en un 18% y el 36% de sus volúmenes potenciales. La situación anterior a contribuido a que algunas poblaciones de especies forestales se estén reduciendo drásticamente.

La Norma Oficial Mexicana (1994), enlista 9 especies arbóreas con algún estatus que habitan, en esta Región; entre las que se incluye el Ciprés (*Cupressus lusitánica* var. *lusitánica*) clasificada como sujeta a protección especial.

Por lo anterior resulta de importancia iniciar estudios para generar información que contribuya al conocimiento de *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica*, evaluando factores relacionados con sus características biológicas, cultivo y potencial comercial, que coadyuve a su mejor manejo, aprovechamiento y la conservación forestal óptima.

**Antecedentes.** En México el género *Cupressus* comprende 5 especies entre las que se incluye *Cupressus lusitánica* (Farjon, 1993). En el estado de Chiapas, esta especie se ubica en bosques con superficies reducidas, en áreas fragmentadas originadas por aprovechamientos ilegales, cambios de uso de suelo e incendios. También es la especie de ciprés que tiene mayor importancia por su distribución y existencias. Sin embargo, se conoce poco acerca de su distribución (Miranda, 1984) y de su variabilidad biológica (Nepamuceno, 1987).

Los estudios de esta naturaleza, se han orientado a especies más comerciales como son los Pinos. Para *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica*, los estudios son reducidos, poco se conoce de la variación que presentan sus caracteres morfológicos, fisiológicos y químicos de mayor importancia.

**Objetivos.** - Determinar la magnitud y patrones de variación morfológica en característica de hojas, conos y semillas del Ciprés.

Contribuir a mejorar su conocimiento biosistemático.

**Materiales y métodos.** El área de estudio se localiza en la Región Altos de Chiapas (entre las coordenadas 16°26'13" y los 16°38'18" LN, y entre los 92°03'19" y 92°22'20" LW, en los municipios de San Cristóbal (Ejidos de Fray Bartolomé y Yashinin), Huxtán (Ejidos de Fray Bartolomé y Yashinin), Huxtán (Ejidos de Fray Bartolomé y Yashinin) y las Margaritas (Ejido Hidalgo), en altitudes de 2300 a 2500 msnm. El clima es templado con precipitación de 1,150 mm y temperatura entre 13 y 15 °C. El Tipo de vegetación es de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo.

En estas 4 localidades se seleccionaron completamente al azar y recolectaron muestras de material vegetativo y frutos de 60 árboles, 15 por cada población. En cada uno de los árboles muestreados se tomaron en forma aleatoria 3 muestras con ramitas, hojas y conos maduros y cerrados.

En el laboratorio se tomaron las medidas largo, ancho (grosor) para determinar la variación de las características hoja, conos, pedúnculo, escamas, semillas y ala, apoyándose en el uso de regla aproximada al mm y vernier con décimas de milímetro y por conteo directo las características Número de semillas y escamas.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS considerando un muestreo de poblaciones normales utilizando un diseño experimental anidado de dos etapas. La interpretación de los resultados se enfocó a las diferencias significativas entre procedencias. Se realizó la comparación de medias (Prueba de Tukey) de cada una de las características.

**Resultados y discusión**

Los resultados con los valores para cada una de las variables estudiadas por localidad, se muestran en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Análisis de varianza para las características consideradas

PROVENIENCIA	MS	GL	F	P	MS	GL	F	P
PROVENIENCIA	11.25	3	11.25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
LOCALIDAD	0.0001	3	0.0001	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
PROVENIENCIA X LOCALIDAD	0.0001	9	0.0001	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
ERROR	0.0001	108	0.0001	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

El análisis de varianza permitió constatar diferencias altamente significativas entre las procedencias y árboles dentro de la procedencia. Los mayores coeficientes de variación (> 20%) se presentaron en las características: anchos de ala, hoja y semilla, largo de pedúnculo y hoja, número de semillas. Los menores en ancho y largo de cono, número de escamas, largo y ancho de escamas, largo de semilla y ala (< 20%).

Cuadro 2. Valores promedio por localidad (comparación de medias de Tukey) (alpha 0.05) para 14 variables de hojas, conos y semillas de *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica* en la Región Altos de Chiapas.

PROVENIENCIA	HOJAS	CONOS	SEMILLAS	ALA	PEDUNCULO	ESCAMAS
PROVENIENCIA	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
LOCALIDAD	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
PROVENIENCIA X LOCALIDAD	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ERROR	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

LP= Largo de hoja; AL= Ancho de hoja; LC= Largo de cono; AC= Ancho de cono; LP= Largo de pedúnculo; GP= Grosor de pedúnculo; NE= Número de escamas; LE= Largo de escamas; AE= Ancho de escamas; NS= Número de semillas; LS= Largo de semillas; AS= Ancho de semillas; LA= Largo de ala; AA= Ancho de ala.

- De acuerdo a resultados del cuadro 2; el valor de longitud de la hoja 1.92 mm, es similar a lo reportado por (Martínez, 1963; Chávez, 1991; Zamudio *et al.*, 1994 y Calderón *et al.* 2001) que mencionan una longitud entre de 1 a 2 mm. El ancho de la hoja 0.91 mm, es menor al reportado por estos mismos autores que reportan un ancho de 1.0 a 1.5 mm.

El valor de longitud de cono (1.38 cm), es similar a lo reportado por (Martínez, 1963; Chávez, 1991 y Calderón *et al.* 2001) que mencionan una longitud de 1 a 1.5 cm. El valor de ancho del cono (1.29 cm), es similar al reportado por (Mc Vaugh, 1992; Zamudio *et al.*, 1994 y Calderón

*et al.* 2001) que mencionan un ancho de 1.2 a 2 cm.

- La longitud promedio del pedúnculo 4.87 mm, es menor con las reportadas por (Martínez, 1963 y Calderón *et al.* 2001) que mencionan de 5 a 8 mm; (Chávez *et al.* 1991) informa que C. *lusitánica* tiene pedúnculo muy corto o nulo.

- El valor de número de escamas por cono 6.58 es similar al obtenido por (Martínez, 1963) y menor al reportado por (Zamudio, 1994) que menciona 6 a 8 y hasta 10 escamas por cono.

- En promedio de semillas por cono fue de 47, que es menor a los obtenidos por (Martínez, 1963; Chávez *et al.* 1991; Zamudio *et al.* 1994 y Vázquez, 1999) que mencionan de 70 a 120.

- Los valores de largo y ancho de escama 0.83 y 0.80 cm, son mayores a los obtenidos por (Chávez *et al.*, 1991 y Mc Vaugh, 1992) que reportan 0.50 a 0.60 y 0.80 cm respectivamente.

Los valores para largo de semilla (3.13 mm) son similares a los reportados por (Martínez, 1963; Chávez *et al.* 1991; Zamudio *et al.* 1994) que mencionan 3 a 4 mm. Para ancho (1.50 mm) son similares a los obtenidos por (Martínez, 1963) mayores que los obtenidos por (Chávez *et al.* 1991) y menores que los citados por (Zamudio *et al.*, 1994 y Calderón *et al.* 2001).

La prueba de medias muestra gran heterogeneidad por la formación de grupos en la mayoría de sus características.

**Conclusiones**

Se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre procedencias y árboles dentro de la procedencia.

-La especie posee una amplia variación que se demuestra por la formación de grupos en la mayoría de sus características, que no presentaron gradientes definidos; indicando discontinuidad entre estos.

-Los resultados obtenidos en este trabajo complementaron la información descriptiva de la especie obtenida por Martínez, 1963; Chávez *et al.* 1991; Mc Vaugh, 1992; Zamudio *et al.*, 1994 y Calderón *et al.* 2001.

**Literature selecta**

-Chávez, E. y W. Fonseca. 1991. Ciprés. Guía de silvicultura CATIE, Costa Rica 65 p.  
 Farjon, A. 1993. Nomenclature of the Mexican Ciprés *Cupressus lusitánica* Taron 42:91-94.  
 Nepamuceno F. 1987. Variación morfológica de *Pinus occulta* Cárdena Forestal 12:91-94.  
 Martínez M. 1963. Las Pineses Mexicanas UNAM México pp 219-226.  
 Zamudio, S. y E. Cernaiza. 1994. Pinos del Sur. Familia Cupressaceae. Fasc. 22. Instituto de Ecología A.C. Patzcuaro, México.

## VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y ANATÓMICA EN POBLACIONES MEXICANAS DE *Pseudotsuga*

Valentín J. Reyes H., J. Jesús Vargas H., Javier López Upton\*, Humberto Vaquera Huerta.

**INTRODUCCIÓN.** *Pseudotsuga* Carr. es uno de los géneros forestales de mayor importancia económica a nivel mundial, y desde mediados del Pleistoceno ha sido el principal componente de los bosques del oeste de Norteamérica (4). Actualmente forma bosques puros y continuos de gran extensión en la región costera y en las cordilleras del interior de Canadá y Estados Unidos; en cambio, en el suroeste de este último país y en México su distribución se vuelve discontinua y fragmentada. Debido a la variación topográfica y microambiental, y a su aislamiento y posición geográfica marginal, es lógico suponer que las poblaciones mexicanas han sido sujetas de procesos de diferenciación genética en relación a otras regiones de Norteamérica. Sin embargo, no se han realizado a la fecha estudios para conocer los niveles de variación y diferenciación morfológica y genética de este género en México, lo que ha causado confusión y controversia en cuanto al número de especies existentes. A pesar de que este género tiene protección legal (1,2) sus poblaciones son sometidas a fuertes presiones antropogénicas y existe un riesgo elevado de pérdida de recursos genéticos valiosos. De esta forma, los objetivos del estudio fueron: 1) determinar la magnitud relativa de la variación existente en características morfológicas y anatómicas entre y dentro de 19 poblaciones mexicanas del género *Pseudotsuga*; y 2) evaluar la posible existencia de un patrón geográfico de variación en estas características.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se muestreó un total de 19 poblaciones naturales de los diferentes taxa descritos en (5), incluyendo la Sierra Madre Occidental (Región I), la Sierra Madre Oriental (Región II) y el Centro del país (Región III); se consideró una estructura jerárquica de muestreo, abarcando los niveles de regiones geográficas, localidades dentro de

regiones, árboles dentro de localidades y muestras vegetativas y reproductivas de entre 12 y 17 árboles por población. Se eligieron muestras dentro de árboles, recolectándose

características de conos, hojas y ramitas juzgadas importantes desde un punto de vista taxonómico. En los conos se midió su longitud y diámetro, la longitud y ancho de escama, longitud total de bráctea, longitud de espina central y de espinas laterales, las relaciones largo-diámetro del cono, largo-ancho de escama, longitud de bráctea-longitud de escama, y longitud espina central-espina lateral de la bráctea. En las hojas se midió su longitud total, número de Nieras de estomas y continuidad de la subepidermis. En las ramitas se evaluó el número de canales resiníferos y la forma de su sección transversal (circular o pentagonal). El análisis de varianza se hizo considerando el modelo II de efectos aleatorios con muestras de clasificación jerárquica (8), utilizando primero un modelo simplificado con los efectos de poblaciones y de árboles dentro de poblaciones. Después se emplearon dos modelos alternativos: en el primero de ellos (modelo A<sub>1</sub>) se incluyó a las regiones y a las poblaciones dentro de regiones, además de los componentes dentro de poblaciones del modelo original; en el segundo (modelo A<sub>2</sub>) se incluyó a los taxa putativos en lugar de las regiones, utilizando la misma estructura del modelo A<sub>1</sub>, pero sustituyendo los efectos aleatorios de regiones y de localidades dentro de regiones geográficas, por los de taxa y de localidades dentro de taxa. Además, se calcularon las correlaciones entre los valores promedio por población de cada característica evaluada con algunas variables geográficas de los sitios de colecta.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Con el modelo simplificado se observó variación significativa ( $p \leq 0.05$ ) al nivel de poblaciones en todos los caracteres considerados, concentrándose entre el 22 y el 92 % de la varianza total en ellas. Con excepción de la longitud de hoja, la aportación relativa de las poblaciones en las demás características fue igual o mayor que la variación entre árboles dentro de ellas. Con los modelos A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> se observó variación significativa ( $p \leq 0.05$ ) a nivel de regiones geográficas en 7 de

los 18 caracteres evaluados (Cuadro 1); al considerar a los taxa putativos en el modelo A<sub>2</sub> en sustitución de las regiones geográficas, solo cinco de los caracteres mostraron variación significativa; las regiones aportaron entre el 16 y 96 % de la varianza total, mientras que los taxa aportaron entre el 15 y 28 %. Con excepción de la relación entre la longitud de la bráctea y la escama, en todas las variables con diferenciación significativa entre regiones geográficas, la aportación relativa de éstas fue al menos el doble que la aportación de los taxa. Lo anterior indica que el grado de diferenciación morfológica entre poblaciones está más asociado a la distribución geográfica que a la posición taxonómica asignada originalmente por (3) y (5), lo que se corroboró al obtener valores altos de correlación de algunas de las variables con las características geográficas de los sitios de colecta (Figura 1).

Cuadro 1. Comparación de los modelos alternativos (A<sub>1</sub> vs A<sub>2</sub>) de distribución de la variación entre poblaciones para características morfológicas y anatómicas de conos, hojas y ramitas de *Pseudotsuga* en México.

Variable	Modelo A <sub>1</sub>		Modelo A <sub>2</sub>	
	Región	Por. (%)	Taxa	Por. (%)
Longitud de cono	1.98**	17.20	0**	0.00
Relación forma de cono	4.27**	30.08	0**	0.00
Relación forma de cono	0**	0.00	0**	0.00
Longitud de escama	0**	0.00	0**	0.00
Ancho de escama	0**	0.00	0**	0.00
Longitud de bráctea	0**	0.00	0.23**	1.71
Longitud espina lateral	26.22**	21.02	17.78**	18.42
Longitud espina central	47.95**	25.72	36.00**	43.00
Rel. ancho-long. escama	4.71**	31.11	0.68**	32.00
Relación bráctea-escama	18.92**	28.84	17.04**	28.27
Rel. esp. central-esp. lat.	4.10**	19.46	3.00**	18.60
Longitud de hoja	30.78**	11.50	15.78**	22.44
Número de estomas	55.20**	12.12	27.28**	15.51
Conexión subepidermis	68.90**	21.49	0**	0.00
Continuidad subepidermis	15.48**	48.49	0**	0.00
Forma sección transversal	92.67**	28.17	22.90**	10.89

\* Significativo con  $p \leq 0.05$ . NS No significativo con  $p \leq 0.05$ . Los componentes de varianza se presentan en porcentaje.

Estos resultados muestran que existe una elevada diferenciación morfológica entre las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga*, asociada básicamente con la discontinuidad geográfica de su área de distribución natural. La divergencia en algunas características podría considerarse como una respuesta adaptativa a condiciones ambientales del sitio, en virtud de su correlación significativa con la latitud del sitio de origen.

**CONCLUSIONES.** No existen bases morfológicas y anatómicas suficientes para establecer una separación clara de los taxa propuestos para México (3, 5), de tal forma que

las poblaciones se agrupan como ecotipos diferentes con variación clinal dentro de cada región geográfica. Es necesario establecer estrategias precisas de conservación dentro de cada región geográfica, dado el nivel de diferenciación poblacional encontrado y el posible valor adaptativo de algunos caracteres. La necesidad de protección es particularmente urgente en las poblaciones del centro del país (Región III), ya que éstas se encuentran expuestas a mayores presiones que amenazan su permanencia.



Figura 1. Correlaciones lineales estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre algunas variables de hojas de *Pseudotsuga* y la latitud del sitio de origen.

**AGRADECIMIENTOS:** Se agradece el apoyo financiero del CONACYT a través del Proyecto de Investigación clave 33617B.

**LITERATURA CITADA.** 1. Anónimo. 1994. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación Mayo de 1994, 54 p. 2. Anónimo. 2002. Segunda sección-SEMARNAT, Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación Marzo de 2002, 85 p. 3. Flou, F. 1994. Diagnoses d'espèces et variétés nouvelles de *Pseudotsuga americana*. Travaux du laboratoire Forestier de Toulouse. Tome I Vol 2, Art. VI, 18 p. 4. Hermann, R. K. and D. P. Lavender. 1990. *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco. In: Burns R. and B. H. Honkala (Tech. Coord.). Silvics of North America. Vol 1 Conifers. USDA Forest Service, Washington, D.C. pp:527-540. 5. Martínez, M. 1963. Las Pináceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. Tercera edición. México, D. F. pp: 27-74. 6. Snedecor, W. G. y G. W. Cochran. 1981. Métodos estadísticos. Ed. Continental. México. 703 p.

\*Programa Forestal, Colegio de Postgraduados (vreyes@colpos.mx, upton@colpos.mx, vargasj@colpos.mx)  
 \*Programa Estadística, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carr. México-Texcoco 98290. Montecillo, México. (595) 952-02-00

## Zonas semilleras de *Pinus greggii* Engelm. en el estado de Hidalgo

Joel Hernández Martínez<sup>1</sup>, Javier López Upton<sup>2</sup>, J. Jesús Vargas Hernández<sup>2</sup> y J. Jasso Mata<sup>2</sup>.

**INTRODUCCIÓN.** En cada especie es necesario definir divisiones geográficas que agrupen poblaciones que habitan ambientes similares o que posean una constitución genética similar, evitando la depresión exogámica a otras poblaciones (1); metodología que se conoce como Zonificación Semillera. Lo anterior permite un mejor control del acervo genético de la especie al utilizar material de la zona adecuada y reducir con ello problemas de adaptación en las plantaciones (2, 3). La definición de Zonas Semilleras busca utilizar las características intrínsecas de las poblaciones y tiene principalmente el propósito de conservación (3). En la zona forestal de *Pinus greggii* en Hidalgo se registran valores de precipitación anual que fluctúan entre 600 y 2,500 mm, por lo que el movimiento de germoplasma de zonas con tan drásticas diferencias puede resultar vital para el éxito de la reforestación. Este trabajo pretendió determinar, delimitar y caracterizar a las poblaciones naturales de *P. greggii* var. *australis* (4) en el estado de Hidalgo, y con base en variables ambientales sugerir movimientos adecuados de germoplasma.

**MATERIALES Y METODOS.** Se realizaron amplios recorridos de campo para ubicar todas las poblaciones. Se utilizó un GPS para tomar las coordenadas geográficas de cada población. Con el Sistema de Información Geográfica Arcview 3.2 se digitalizaron los polígonos delimitados en cartas topográficas de INEGI. La información se sobrepuso a capas de información vectorial para generar un mapa de distribución de la especie dentro del estado de Hidalgo.

En campo se determinó: coordenadas geográficas, altitud, vegetación asociada, pH y color del suelo. En cartas de INEGI (5) se obtuvo: clima, precipitación, temperatura, y unidades primarias del suelo. Se realizó un análisis de agrupamiento con el procedimiento CLUSTER opción STD y método AVERAGE de SAS (estandarización por media cero y desviación estándar igual a uno y el método de ligamiento promedio).

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería Forestal, DICFO, U. A. Chapingo.  
<sup>2</sup>Profesor Investigador, Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Campus Hidalgo, jalisco@colpos.mx

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Se ubicaron 44 poblaciones, entre los 20°21'30" y 21°06' L.N. y entre los 99°10' y 99°21' L.W. en un intervalo altitudinal de 1,200 a 2,700 msnm, promedio de 1,845 m. El área que cubre *P. greggii* en el estado de Hidalgo es de 8,714 ha, Laguna Seca, Jacala, es la mayor con 1,202 ha, y Trancas, Zimapán, es la de menor extensión con 5 ha. El análisis de agrupamiento separó a las poblaciones en dos grandes grupos, uno localizado en zona templada subhúmeda y otro en semicálida húmeda. Al realizar un corte a la mitad de la distancia euclidiana en el dendrograma, resultan 9 subgrupos de poblaciones, 5 y 4 para cada zona (Fig. 1). El traslado de la semilla debe ser dentro de cada zona. Estrictamente dicho movimiento sólo debe hacerse dentro de los grupos de poblaciones, que tienen cercanía geográfica entre ellas.

La Zona I representa 76% del área total de *P. greggii* en el Estado. Comprende poblaciones de clima templado subhúmedo que se ubican sobre las elevaciones medias y altas de la Sierra Madre Oriental (SMO), de 1,600 y 2,700 msnm, media de 1,968 msnm. Precipitación anual de 600 a 1,200 mm, promedio 847 mm. Temperatura media entre 14 y 19 °C, promedio 16.8 °C. Suelos de textura arcillosa y pH promedio de 6.5. Bosque de pino-encino, de encino-pino y de pino-encino. Principales especies asociadas *Juniperus flaccida* var. *flaccida*, *Pinus pseudostrobus* var. *apuleensis* y *P. Comberioides*.

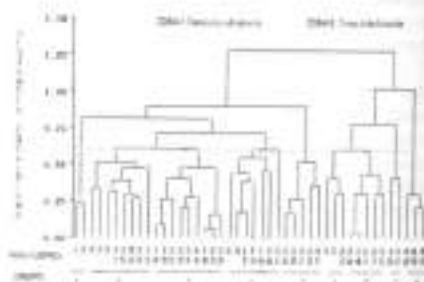


Fig. 1. Dendrograma de las poblaciones de *P. greggii* en el Edo. de Hidalgo, usando 9 variables biológicas (6).

El 84% de las poblaciones de la zona I se encuentran en exposición norte, con una pendiente media de 49%. La altura media de los árboles fue de 14 m, observándose individuos de hasta 20 m. Se encontró una regeneración promedio de 0.59 renuevos por árbol adulto. La mayor parte de las poblaciones de la zona se encontró con baja alteración humana. En 19 % se observaron evidencias de algún disturbio por incendios y plagas. Asimismo, en el 24% se encontraron con algún grado de fragmentación.

En la zona II se ubican poblaciones de clima templado húmedo y semicálido, en la vertiente este de la SMO, entre 1,200 y 1,700 msnm. Precipitación anual de 1,300 a 2,500 mm, promedio de 1,791 mm. La temperatura media de 17 a 21.5 °C, promedio de 18 °C. Textura de suelo franca y franca arcillosa y pH de 4.3. El tipo de vegetación es bosque mesófilo de montaña. El área de esta zona representa el 22 % de total cuantificado. No se detectó una exposición preferente, aunque sí es frecuente que el taxón se observe ocupando y dominando la cima de las colinas o pequeños picos, al parecer después de disturbios. La pendiente media es de 51%. Árboles con una altura media de 12 m. Escasa regeneración, quizá porque los rodales son cerrados y limitan la entrada de luz en el sotobosque. Sin embargo, sí se observaron renuevos en espacios abiertos adyacentes. Al parecer, en regiones húmedas *P. greggii* es una especie pionera al crecer en sitios de disturbio. Esta zona presentó el mayor número de poblaciones fragmentadas con el 65%, y con sólo 15% en buen estado. Estos porcentajes pueden atribuirse, en parte, a la agricultura con el sistema Tumba, Rotá y Quema, y a que gran parte del bosque mesófilo de montaña ha sido sustituido por pastizales para ganado y cultivos.

**CONCLUSIONES.** *P. greggii* en el estado de Hidalgo se distribuye naturalmente en 44 poblaciones, que habitan una zona templada subhúmeda y otra semicálida húmeda. Se proponen dos zonas semilleras. Dentro de ellas 5 y 4 grupos de poblaciones con mayor afinidad ambiental. De manera estricta se recomienda mover germoplasma dentro de cada grupo. *P. greggii* parece poseer una gran adaptabilidad genética natural ya que se encontró en una gran variedad de microambientes y tipos de vegetación. Se recomienda evaluar la semilla de las poblaciones a través de ensayos de procedencia o algún método molecular con el fin

de confirmar o definir una delimitación más precisa de los grupos propuestos. Debido a las diferencias ambientales no es recomendable transferir germoplasma de *P. greggii* de una zona a otra, hasta que exista información genecológica que demuestre lo contrario.

### LITERATURA CITADA.

1. Adams, WT, RK Campbell y JH Kitzmiller. 1992. Genetic considerations in reforestation. In: SD Hobbie *et al.* (eds). Reforestation practices in Southwestern Oregon and Northern California. Forest Research Lab, Oregon State University, pp. 284-308.
2. Campbell, RK. 1991. Soils, seed zone maps, and physiography: guidelines for seed transfer of Douglas-fir in Southwestern Oregon. Forest Science 37(4): 973-986.
3. Morgenstern, EK. 1996. Geographic variation in forest trees: Genetic basis and application of knowledge in silviculture. UBC Press, Vancouver, British Columbia, 208 p.
4. Donshue, J K. y J. Lopez-Upton. 1999. A new variety of *Pinus greggii* (PINACEAE) in Mexico. SIDA Contribution to Botany 16(4):1083-1093.
5. INEGI. 1992. Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Geografía e Informática, Aguascalientes, Aqs. 134 p.
6. Hernández M., J. 2003. Zonas semilleras de *Pinus greggii* Engelm. en el estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. DICFO, Universidad Autónoma Chapingo. 90 p.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE AGRONOMIA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## SILVICULTURA

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

Crecimiento de brotes de tres especies del bosque de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana en Zacualtipán, Hidalgo

Gregorio Angeles-Pérez, Virginia Avilés-Hernández y Mario Jarillo-Hernández  
Programa Forestal, Colegio de Postgraduados  
(gangeles@colpos.mx, vavilesh@colpos.mx, mjarillo@colpos.mx)

### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, tanto en Norteamérica, como en Europa, norte de Asia y Japón, las especies de *Fagus* constituyen grandes bosques con composición florística variable (Peters 1997). En México, solo se tiene una sola especie, el *Fagus grandifolia* subsp. mexicana. Esta especie se distribuye naturalmente en la Sierra Madre Oriental dentro del bosque mesófilo de montaña (Williams *et al.* 2003), Pérez-Rodríguez (1999) considera a *Fagus grandifolia* subsp. mexicana como un taxón amenazado debido a su restringida distribución natural, y a la presión de sus poblaciones por el cambio de uso de suelo. Ante esta situación, es necesario estudiar el proceso de regeneración de esta especie y mecanismos que le permiten el reclutamiento de nuevos individuos.

Esta especie es considerada como tolerante a la sombra con la capacidad de mantener poblaciones de brinzales en el sotobosque. Sin embargo, los mecanismos que los habilitan para sobrevivir bajo condiciones limitantes de luz aun no están completamente claros. Por lo que en el presente estudio se analizó el patrón de alargamiento del brote a lo largo de la estación decrecimiento de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana, comparada con *CarPinus caroliniana* y *Quercus* sp.

### OBJETIVOS

Estudiar la fenología de brotes de tres especies del bosques de *Fagus grandifolia* subsp. mexicana para explicar su capacidad de mantener

poblaciones de brinzales en el sotobosque.

### MATERIALES Y MÉTODOS

a) Área de estudio.

El área de estudio está localizada en el Ejido Mojonera del Municipio de Zacualtipán (20°38' N, 98°43' W) en el Estado de Hidalgo. El clima es templado sub-húmedo con lluvias la mayor parte del año (Angeles-Pérez *et al.* 1997). La temperatura media anual es de 12.7 °C. La precipitación media anual es de 1900 mm, con presencia de neblinas durante todo el año. La altitud sobre el nivel del mar está entre 1900 y 2200 m. Los suelos son en general profundos y con buen drenaje, texturas medias y alto contenido de materia orgánica.

b) Parcela de observación

Se estableció una parcela de observación de 60x80-m (4800 m<sup>2</sup>) la cual fue dividida en cuadrantes de 5x5-m. En cada uno de los cuadrantes, todos los individuos con diámetro normal  $dn \geq 5$  cm fueron registrados. Para el caso de *Fagus*, se registró también su regeneración, la cual se dividió en plántulas (individuos con altura  $\leq 0.3$ m) y brinzales (individuos con altura  $> 0.3$ m y diámetro normal  $< 5$  cm). Para el estudio del patrón de crecimiento del brote, se seleccionaron brinzales de 1-2 m de altura de cada una de las especies. Antes del inicio de la estación de crecimiento (a principios de febrero) se marcaron al menos 10 brotes alargados en el año anterior y se contaron besipétalmente las yemas presentes visibles, a las cuales se les



seguió su crecimiento durante la estación de crecimiento y su producción y pérdida de follaje.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio estacional en el alargamiento de brote de las tres especies estudiadas se presenta en la Figura 1. Las tres especies presentaron una curva sigmoidal en su patrón de alargamiento del brote. Sin embargo, tanto la fecha de inicio como la terminación del crecimiento varió entre ellas.

Kikuzawa (1995) definió la fenología del brote como una estrategia que poseen las especies de plantas para "cosechar luz". Por tanto, el hecho de que una especie expanda sus hojas en un periodo corto o largo de tiempo durante la estación de crecimiento, puede tener grandes implicaciones sobre las estrategias de las especies para capturar la luz utilizada en fotosíntesis, especialmente en ambientes donde este recurso es limitativo para el crecimiento. La fenología del brote de especies arbóreas puede ser clasificado en dos grandes grupos de acuerdo a la velocidad en la aparición de nuevas hojas, y el tiempo durante el cual los brotes continúan creciendo (Seiwa 1998). Las especies intolerantes a la sombra producen hojas una por una durante gran parte de la estación de crecimiento (tipo sucesivo de producción de hojas) mientras que las especies tolerantes producen sus hojas en un periodo muy corto de tiempo a principios de la estación de crecimiento (tipo "flush") (Kikuzawa 1983, 1984, 1991).

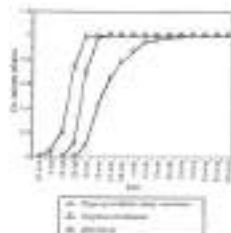
En este sentido, *Fagus* posee un crecimiento del brote tipo "flush" donde en solo tres semanas el brote alcanzó su máxima extensión y expandió todas sus hojas. Por otro lado, *Car. Pinus* fue la especie que alargó sus brotes en un periodo de tiempo más largo en

comparación con las otras dos especies, mientras que *Quercus* se comportó de manera intermedia. *Fagus* y *Car. Pinus* presentaron características contrastantes en el patrón de alargamiento del brote. El hecho de presentar un patrón de expansión de hojas tipo "flush" le confiere a *Fagus* una ventaja para aprovechar eficientemente la disponibilidad de luz al inicio y al final de la estación de crecimiento, y por tanto una mayor capacidad para mantener poblaciones de brinzales en el solobosque.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por el CONACYT a través del proyecto I-39331-B.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Angeles-Pérez *et al.* 1997. Invest. Agr.: Sist. Recur. For 6(1y2):133-145.  
Kikuzawa 1983. Can. J. Bot. 61:2133-2139.  
Kikuzawa 1984. Can. J. Bot. 62:2551-2556.  
Kikuzawa. 1995. Can. J. Bot. 73:158-163.  
Kikuzawa 1991. Am. Nat. 138:1250-1263.  
Pérez-Rodríguez 1999. Los hayas de México. UACh, México.  
Peters 1997. Beech forests. Kluwer Academic Publishers.  
Seiwa 1998. J. Ecol. 86:219-228.  
Williams *et al.* 2003. Biol. Conservation 109:27-63.



## ESTIMACIÓN DE SEMILLAS LLENAS POR CONO DE *Pseudotsuga Carr.* EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA

Celestino Flores López  
Arvey Velásquez Santos

#### INTRODUCCIÓN

El género *Pseudotsuga* es importante en México por ser considerado endémico y sujeto a protección especial (SEMARNAT, 2002).

La frecuencia de años con buena producción de conos de *Pseudotsuga* es retirada en la región de la Sierra de Arteaga, que es un área donde encontramos a este género en considerable superficie.

La estimación de semillas llenas por cono es útil en la planeación de colectas de semillas (Albricht y Birzins, 1982). La estimación se puede hacer a partir de la relación número de semillas llenas expuestas en un corte longitudinal del cono y el total de semillas llenas por cono. La relación es de tipo lineal y de la forma  $Y=a+bX$ , siendo adecuada para muchas especies de coníferas.

El objetivo del presente trabajo es estimar la relación entre semillas llenas expuestas en un corte longitudinal del cono y el total de semillas llenas por cono de *Pseudotsuga*, en La Sierra de Arteaga, Coahuila.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de septiembre de 2002 árboles mayores de 30 cm de diámetro fueron seleccionados en seis localidades de la Sierra de Arteaga, Coahuila, para coleccionar conos y estimar el número de semillas llenas a partir de un corte longitudinal del cono: Santa Rita (5 árboles; 5 conos/árbol), El Tarillal (5 árboles; 5 conos/árbol), Puerto Las Maravillas (5 árboles; 5 conos/árbol), Mesa de las Tablas (10 árboles; 5 conos/árbol), P.P. Félix Padilla Peña (2 árboles; 10 conos/árbol) y Puerto de Los Conejos (2 árboles; 10 conos/árbol).

Los conos en estado maduro, sin abrir y sin daños, fueron coleccionados del árbol con un gancho cortador. Cada cono fue cortado longitudinalmente con un cortador de conos. Se contabilizó el número de semillas llenas en una cara de una de las mitades del cono y el número de semillas llenas por cono; para separar las semillas llenas de las vanas se utilizó alcohol etílico (96%).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron un total de 165 conos de 29 árboles en 6 localidades de La Sierra de Arteaga. La Figura 1 muestra una relación lineal entre semillas llenas en un corte longitudinal de cono y el número de semillas llenas por cono con una  $r^2=0.31$ . El promedio de semillas en un corte longitudinal del cono fue de 4.14 y el de semillas llenas por cono de 20.66. Una forma rápida de estimar de manera preliminar el número de

Proyecto de Investigación 02.03.0207.2412  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Naranjo (UAAN)  
Profesor Investigador, Departamento Forestal,  
UAAN, cele64@prodigy.net.mx  
Estudiante de la Especialidad Forestal, UAAN.

semillas llenas por cono de *Pseudotsuga* en La Sierra de Arteaga es multiplicar el número de semillas llenas en un corte longitudinal del cono por 2 y sumar a esto el número 11. Esta regresión fue desarrollada en conos sin daño por insectos, por lo tanto para determinar pérdidas de semillas por insectos deberán desarrollarse otras estimaciones.

Para fortalecer dicha relación es necesario aumentar el número de muestras y localidades posibles. Se sugiere integrar las variables longitud y diámetro de cono, así como otros modelos de regresión, con el propósito de fortalecer la relación en la estimación de semillas llenas por cono (Fogal y Alemdag, 1989).

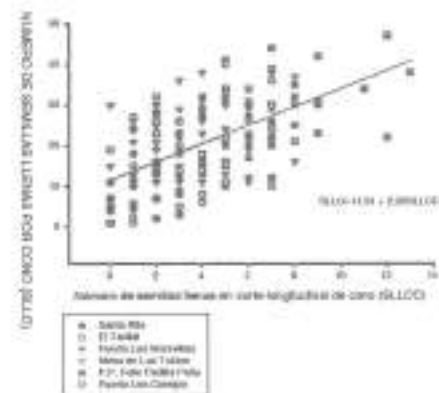


Figura 1. Relación entre semillas llenas en un corte longitudinal de cono y el número de semillas llenas por cono de *Pseudotsuga* Carr. en Arteaga, Coahuila. (Los datos de cada localidad están representados con diferente símbolo).

## CONCLUSIÓN

Una estimación preliminar del total de semillas llenas por cono de *Pseudotsuga* en La Sierra de Arteaga, Coahuila, es multiplicar el número de semillas llenas en un corte longitudinal del cono por 2 y sumar a esto el número 11.

## LITERATURA CITADA

Albricht, M. and P.J. Birzins. 1982. Relationship between filled seeds per halfcut and filled seeds per cone in Interior Spruce. Tree Planters' Notes 33:35.

Fogal, W.H. and I.S. Alemdag. 1989. Estimating sound seeds per cone in White Spruce. Forestry Chronicle 65(4):266-270.

SEMARNAT. 2002. NORMA Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. In:Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002

## EXPERIENCIAS EN INJERTOS CON DOS ESPECIES DE PINO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA<sup>1/</sup>

Ortega Cabrera Carlos<sup>2/</sup>  
Orta González Víctor Raúl<sup>1/</sup>

### INTRODUCCIÓN

Chihuahua cuenta con una superficie forestal arbolada de más de 7 millones de hectáreas y las especies principales a nivel industrial son *P. arizonica*, *P. durangensis* y *P. engelmannii*. Sin embargo, estas especies han sufrido un deterioro muy acelerado por el hombre cinco décadas, por lo que se prevé que en un futuro puedan ser incapaces de satisfacer la demanda creciente de productos forestales. Este impacto ocasiona que las masas forestales vayan desapareciendo gradualmente y con ello una disminución de los recursos genéticos. Lo anterior conduce a que, posiblemente, en el futuro, no se pueda implementar un programa de mejoramiento genético con especies nativas y se tenga que recurrir a la importación de productos forestales, o bien a la introducción de especies exóticas.

La selección es uno de los métodos de mejoramiento genético más utilizados, por lo que al seleccionar los mejores fenotipos de una especie, se requiere la necesidad de conjuntarlos en una localidad mediante propágulos obtenidos de esa selección a través de semilla o partes vegetativas (injertos) para establecer huertos semilleros, que produzcan semilla de alta calidad genética y que se destine a plantaciones forestales. Los injertos se pueden clasificar en dos grandes categorías (Garner, 1958 y Kester, 1971) citados por Barbosa (1987): 1) Injertos por aproximación e injertos de propágulo, donde los injertos por aproximación pueden realizarse en cualquier época del año y/o pueden realizarse cuando las plantas se encuentran en la etapa de crecimiento y, los injertos de

propágulo incluyen aquellos que se realizan colocando un propágulo vegetativo, sobre un patrón que conserve todas o algunas de sus partes. Uno de los problemas más serios que se presentan durante y después de los injertos, es la incompatibilidad de estos y que pueden dar pérdidas considerables en el trabajo. Copes (1973) define la incompatibilidad como un antagonismo entre patrones y púa o una asociación discordante entre ambas partes.

El presente resumen tiene la finalidad de dar a conocer los avances logrados en dominar la Técnica de Injertos para propagar de manera vegetativa las especies *P. arizonica* y *P. durangensis*, con la finalidad de contar con personal debidamente adiestrado en este método de propagación y contar con los clones requeridos para establecer huertos semilleros asexuales en el Estado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En septiembre del 2002 se reinicia el programa de Mejoramiento Genético Forestal en el Estado, considerando los resultados y avances logrados por el Centro de Genética Forestal A. C. de 1987-1992. En el proyecto se contemplan actividades de propagar vegetativamente las especies *P. arizonica*, *P. durangensis* y *P. engelmannii*, aunque a la fecha se ha trabajado con las dos primeras. Para esto, se inicia un programa de capacitación interna sobre el tema con el personal encargado del vivero "La Mesa" a cargo de la región del "Ejido El Largo y Anexas". En la preparación de patrones para injerto en el 2002, se contempló existencia de 800 patrones de las especies *P. arizonica* y *P. durangensis* de tres años de edad con altura promedio de 50 cm y se logró injertar 415 individuos por el método de fisura terminal de los comprendidos por púa, en los meses de enero y febrero. En esta práctica se contó con ocho personas de tres regiones forestales diferentes. Una segunda fase (año 2003) de producción y con el personal (cuatro personas) del mismo vivero, se realizaron 625 injertos con *P. arizonica* a finales de febrero y primera

<sup>1/</sup> Proyecto "Programa de Mejoramiento Genético Forestal en el Estado de Chihuahua. Financiado por Fundación Produce Chihuahua, A.C y Fideicomiso Chihuahua Forestal.

<sup>2/</sup> Investigadores del Campo Experimental La Campana-Madera. CIRNOC: INIFAP.

semana de marzo, utilizando el mismo método pero con fines de propagación y con usos de material para establecer huertos semilleros. El método de injerto aplicado consistió básicamente en: a) Obtención y transporte de púas, b) preparación de la púa y del patrón, c) realización del corte de la púa (dos cortes en forma de cuña) y del patrón (una fisura), d) unión y amarre del injerto con cinta de plástico y protección con parafina para evitar la pérdida de humedad. Posteriormente, los injertos fueron depositados en un lugar acondicionado que supliría las funciones de un invernadero, para su mantenimiento, de cuidado y riego.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Cuadro 1) y logros obtenidos de las experiencias sobre propagación vegetativa en especies de pino, se mencionan a continuación:

De la primera experiencia se obtuvo un 45.7% de prendimiento; sin embargo, se presentaron problemas de heladas de -4°C ocasionando que el porcentaje de sobrevivencia bajara al 6.7%.

Cuadro 1. Resultados obtenidos de la propagación vegetativa.

Especie	No. árboles	No. injertos	Prendimiento (%)
Capacitación			
P. arizonica	10	75	6.7
P. durangensis	2	340	1.0
TOTAL	12	415	6.7
Producción			
P. arizonica	12	625	73.4

17 Producción continua de clones para establecimiento de huertos semilleros. Para la producción de clones en el 2003, de los 625 injertos realizados, a la fecha se tiene el 73.4 % de éxito logrado, lo que equivale a 458 injertos prendidos. Lo anterior demuestra que el cuidado y el dominio de la técnica que se ha adquirido es bueno.

#### CONCLUSIONES

*P. arizonica* y *P. durangensis* son aptas para propagarse vegetativamente por la técnicas de injerto en el estado de Chihuahua, principalmente la primera especie, como lo muestran los resultados obtenidos; sin embargo, sería conveniente contar con una

infraestructura adecuada para el control de humedad y temperatura, y de esta manera asegurar un mayor éxito.

#### REFERENCIAS

- Barbosa, G. G. 1987. Manual de injertos de especies forestales. Centro de Genética Forestal. Bol. Tec. No. 1. Chapingo, Méx.  
Copes, D. L. 1973. Effect of month of grafting on Douglas Fir graft compatibility. USDA. Forest Service Research. Note. PNM-208.7 p.

## POTENCIAL Y EFICIENCIA DE SEMILLAS EN TRES POBLACIONES NATURALES DE *Pinus johannis* M. F. Robert

Celestino Flores López  
Santiago Aguilar Aguilar

#### INTRODUCCIÓN

*Pinus johannis* se considera una especie endémica y en riesgo, sujeta a protección especial; es una especie rústica que aparte de su interés recreacional, puede ser de mucha utilidad en la reforestación de suelos con poca humedad (Robert, 1978).

El potencial de semilla definido como dos veces el número de escamas fértiles de un cono y la eficiencia de semilla como la cantidad de semillas llenas en relación al potencial de semillas (Bramlett *et al.*, 1977), son dos variables que nos permite conocer la producción de semillas de las poblaciones.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el potencial y eficiencia de semillas para conocer la producción de semillas en tres poblaciones de *Pinus johannis* y discutir posibles causas de los valores resultantes.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 20 árboles y se colectaron 10 conos por árbol en tres poblaciones naturales de *Pinus johannis* en 1998: Laguna de Sánchez, Santiago, Nuevo León; Cerro "El Coahuilón", Arteaga, Coahuila y Salaverra, Concepción del Oro, Zacatecas. Posteriormente se realizó el análisis de conos y semillas de acuerdo con la metodología de Bramlett *et al.*, 1977.

Se obtuvieron las medidas de tendencia central, de dispersión y rangos, para las características de conos y semillas, también se realizó un análisis de varianza apoyado con el paquete estadístico SAS, utilizando el procedimiento PROC MIXED (Little, *et al.* 1996).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de conos y semillas de las tres poblaciones, el potencial de semillas fue de 20 para Laguna de Sánchez, para

El Coahuilón de 18 y para Salaverra fue de 25 semillas por cono (Figura 1). En promedio de las tres poblaciones *Pinus johannis* tiene un potencial de 21 semillas por cono. Los potenciales de semillas fueron diferentes estadísticamente entre las poblaciones de *Pinus johannis*.

La eficiencia de semillas para la población Laguna de Sánchez fue de 25% y para el Coahuilón del 27.8%, que estadísticamente son iguales, siendo superior y diferente para las dos poblaciones mencionadas la población de Salaverra con el 37% (Cuadro 1).

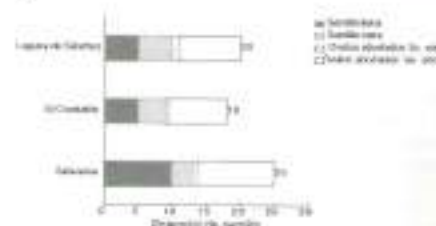


Figura 1. Potencial de semillas, semillas llenas y pérdida de semillas de tres poblaciones de *Pinus johannis* M.F. Robert. colectadas en 1998.

La pérdida de óvulos en el primer año para *Pinus johannis* fue de 44 % a 47.2 %, de 9 a 11 óvulos abortados por cono. La falta de polen y baja viabilidad de éste, así como el daño por insectos son causas a las que se les atribuye la pérdida de óvulos (Bramlett *et al.*, 1977).

Un óvulo por cono es la pérdida de óvulos abortados en el segundo año, siendo relativamente bajo el impacto en el potencial de semillas.

Proyecto de Investigación 02000207.2412 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)  
Profesor Investigador, Departamento Forestal, UAAAN.  
02094@prodigy.net.mx  
Posgrado de Ingeniero Forestal, UAAAN.

Cuadro 1. Producción y pérdida de semillas de tres poblaciones de *Pinus johannis* M.F. Robert, colectadas en 1996.

Población	Semillas llenas 1	Semillas vanas 2	Cónos abortivos 3*	Cónos abortivos 4*	Potencial semilla 5
Laguna de Sánchez	4 (27%)	11 (67%)	1 (6%)	0 (0%)	20 B
El Coahuilón	3 (27.5%)	8 (69.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	18 C
Salaverra	10 (40%)	15 (60%)	1 (4%)	11 (44%)	21 A
Promedio	5.58	4	0.67	0.5	21

1 Semillas llenas (eficiencia de semillas) y diferencias estadísticas con letras cursivas mayúsculas.

2 Potencial de semillas y diferencias estadísticas con letras mayúsculas cursivas.

La población con menor porcentaje de semillas vanas fue Salaverra con 12%, El Coahuilón con 22.2% y Laguna de Sánchez con 25%. Cuando el porcentaje de semillas vanas por cono es mayor del 25% o 15% del total de las semillas se puede atribuir a daños por insectos, así como a genes letales en el embrión que provocan el aborto del mismo, los hongos y la falta de viabilidad del polen también son causantes de semillas vanas.

#### CONCLUSIONES

El potencial de semillas para la población Laguna de Sánchez fue de 20 semillas por cono, con una eficiencia de 25%, correspondiente a un promedio por cono de 5 semillas llenas (viables).

Para El Coahuilón el potencial de semillas fue de 18, con una eficiencia de 27.8%, produce en promedio por cono de 5 semillas viables.

Y para Salaverra el potencial fue de 25 semillas por cono, con una eficiencia de 40%, produce en promedio por cono de 10 semillas viables.

El potencial y eficiencia de semillas es superior en la población Salaverra debido a que la población es más grande y hay una mejor polinización, pero Laguna de Sánchez y el Coahuilón son iguales en la eficiencia de semillas.

#### LITERATURA CITADA

- Bramlett, D. L., E. W. Belcher Jr., G. L. DeBarr, J. L. Hertel, R. F. Karfat, C. W. Lantz, T. Miller, K. D. Ware and H. O. III Yates. 1977. Gen. Tech. Rep. SE-13. USDA, For. Serv., Southeastern For. Exp. 28 p.
- Littell, R. C.; Miliken, G. A.; Stroup, W. W., and Wolfinger, R. D. 1996. Institute Inc., Cary, N. C. USA. 633 pp.
- Robert, M. F. 1978. *Adansonia*, ser. 2, 18 (3): 365 - 367.

#### Recuperación hidrológica de un bosque de coníferas con uso forestal-pecuario en Durango, México.

<sup>1</sup>José Dueñez-Alanis, <sup>2</sup>Julián Gutiérrez, <sup>3</sup>Luis Pérez y <sup>4</sup>José Nívar

<sup>1</sup>Estudiante de Postgrado, Becario CONACYT, <sup>2</sup>Profesores Investigadores Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 25315. <sup>3</sup>Profesor Investigador Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional Victoria Monterrey Km. 145, Linares, Nuevo León, México. 67700.

**Introducción.** En México existe poca información y recientemente controversia del uso y manejo del bosque con varios propósitos, tales como madera, forraje, agua, etc. En las últimas tres décadas los bosques se han tratado por el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), realizando 3 ó 4 aclareos, una corta de regeneración y una corta de liberación. Las actividades del aprovechamiento afectan el ecosistema forestal al modificar y alterar su estructura y composición, al suelo y el agua por el arrastre y anraje de trocería y por la construcción de caminos. Estas prácticas reducen la infiltración e incrementan el escurrimiento y la pérdida de suelo, entre otros. En estudios de hidrología en Australia, se ha encontrado que en los caminos de extracción la infiltración se reduce hasta 5 veces y la cantidad de sedimentos se incrementa 3.1 más que las condiciones iniciales debido a la maquinaria pesada (Croke *et al.* 2001); mientras en Canadá, durante los aprovechamientos con un tráfico de más de 3 ciclos tiene mayor impacto en la compactación del suelo superficial con una tendencia a recuperarse en tres años (Starisev y McNabb 2000). Pinard *et al.* (2000) señala que un disturbio mínimo del subsuelo por la construcción controlada de caminos durante las extracciones de trocería tiene un disturbio menor al 50% y una recuperación en 3 años que un sitio compactado por la construcción sin

control de caminos. Por otro lado, el manejo de los bosques es cuestionado por el aprovechamiento conjunto de madera y forraje. El manejo intensivo del ganado doméstico en los bosques disminuye la cobertura vegetal, remueve el mantillo, compacta el suelo, destruye la nueva masa forestal y expone al suelo a los efectos erosivos de la lluvia. Por lo anterior, se ha señalado que el uso forestal y pecuario tienen efectos similares en los procesos hidrológicos de infiltración y pérdida de suelo (Bezkorowajny *et al.*, 1993; Ballenger, 2001; Belsky y Blumenthal, 1997; Abeli y Sawe, 1999).

**Objetivo.** El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la tendencia en el tiempo de los procesos de infiltración y la erosión superficial en un bosque sometido a uso silvícola y pecuario. La hipótesis planteada fue que el método silvícola conjuntamente con el pastoreo resultaría en tasas diferenciales de escorrentía, erosión e infiltración.

**Materiales.** Este estudio se realizó en los años de 1991 y 1992 en la localidad de Santa Bárbara, al sureste de Durango, Dgo., en donde desde 1946 se realiza una actividad ganadera en la región forestal de la Sierra Madre Occidental, se localiza a los 23° 43' de latitud norte y 104° 51' de longitud oeste.

**Métodos.** Con el simulador de lluvia se aplicó una intensidad de 10.47 cm hr<sup>-1</sup> durante 30 min, evaluando los procesos de infiltración y erosión superficial en tratamientos silvícolas con pastoreo de corta de regeneración (CR), segundo aclareo (2A) y tercer aclareo (3A) y un área con pastoreo (BT). El efecto de los tratamientos silvícolas fue evaluado a través de un análisis de covarianza, donde la variable tiempo fue utilizada como covariable. Es decir, los procesos escorrentía, erosión e infiltración están en función del tiempo de simulación de la lluvia.

**Resultados.** El análisis de covarianza mostró que la variable tiempo contribuyó en explicar la variación total desde un 40 hasta un 80% dependiendo del proceso que se estudio. En general, el tratamiento 2A mostró el menor impacto a la corta y extracción del arbolado. Es decir, tuvo las mejores condiciones hidrológicas porque exhibió una menor escorrentía, una infiltración mayor y pérdida de suelo menor desde el inicio hasta el final de las estimaciones. Es posible que el menor disturbio al suelo por las operaciones de extracción de trocería y sus dimensiones del arbolado no se haya impactado el suelo y el régimen hidrológico. Por el contrario, el tratamiento sin bosque y con pastoreo rotacional mostró la mayor escorrentía, menor infiltración y mayores pérdidas de suelo. Los tratamientos 3A y CR exhibieron una recuperación para el segundo año de estudio, estadísticamente fueron semejantes al tratamiento 2A, pero sus valores fueron menores.

**Discusión.** El impacto de la ganadería posiblemente aunado a la conversión de bosques a pastizales modifica las características hidrológicas de los suelos, con el potencial de alterar

cuencas forestales a mediano y largo plazo. Estas aseveraciones deben de continuarse estudiando para determinar con mayor grado de precisión los efectos independientes del cambio de uso de suelo y el pastoreo sobre los suelos forestales con la finalidad de encontrar los umbrales de la sustentabilidad en el manejo de cuencas hidrológicas.

**Conclusiones.** Las conclusiones que emergen de este estudio son (i) normar la densidad de carga en los pastizales forestales, (ii) reducir o eliminar los impactos ambientales provocados por la extracción de trocería y (iii) realizar las prácticas de conservación de suelo y agua necesarias en las zonas forestales de la Sierra Madre Occidental de Durango, México.

#### Bibliografía

- Abel W S and, C T Sawe. 1999. *Journal of Tropical Forest Science*. 11(2):438-445.
- Ballenger C. 2001. Department of Primary-Industry-and-Fisheries, Northern Territory of Australia. No. 289. 17 pp.
- Belsky A J and, D M Blumenthal. 1997. *Conservation-Biology*. 11(2): 315-327.
- Bezkorowajnyj P G, A M Gordon and, R A McBride. 1993. *Agroforestry Systems*. 21(1): 1-10.
- Pinard M A, M G Barker and, J Tay. 2000. *Forest Ecology and Management*. 130 (1-3): 213-225.
- Croke, J, P Hairsine, P Fogarty and, R T Brooks. 2001. *Forest Ecology and Management*. 143(1-3):3-12.
- Startsev, A D and, D H McNabb. 2000. *Canadian Journal of Soil Science*. 80(4):617-624.

## Reforestación en Michoacán; Problemática y Alternativas

Cuahtémoc Sáenz-Romero<sup>1</sup> y Roberto Lindig-Cisneros<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (INIRENA-UMSNH), Apdo. Postal 12, Administración La Colina, Morelia Michoacán 58141, Tel/Fax (443)327-2350 y 51, [csaenz@zeus.umich.mx](mailto:csaenz@zeus.umich.mx). <sup>2</sup>Facultad de Biología, UMSNH, Av. Francisco J. Mújica s/n, Col. Felicitas del Río, Morelia Michoacán 58040, México.

Se discute el programa de reforestación del estado de Michoacán, analizando las causas probables de baja sobrevivencia de las reforestaciones, estimada en 38 % para el primer año (SEMARNAP 2000). Destaca la falta de estrategias alternativas de restauración para sitios muy degradados, el uso de especies y procedencias inadecuadas y la insuficiente protección y mantenimiento a las plantaciones.

Se recomienda desarrollar nuevas metodologías de restauración ecológica (Hobbs y Norton 1996), diversificar el número de especies y procedencias en los viveros, contar con criterios para mejorar el acoplamiento entre genotipos y ambientes (Saenz-Romero y Clausen 1991), realizar medidas de conservación de los recursos genéticos forestales (Saenz-Romero 1990) y aumentar la complejidad y la planeación de los actuales programas de reforestación.

Se realiza una simulación de cuatro escenarios de programas de reforestación en los que se compara el efecto en el largo plazo de reducir substancialmente el número de hectáreas que se reforestan anualmente, de 16 mil ha anuales (escenario actual) a 4 mil, 5 mil y 6 mil ha anuales (escenarios alternativos), pero incrementando substancialmente el mantenimiento de las plantaciones (mantenimiento por 5 años al total plantado anualmente) y otras acciones, que se asume podrían realizarse a partir de los recursos financieros liberados por la reducción de la superficie reforestada.

Se asume que tales medidas incrementarían la sobrevivencia final del (probable) 10 % al 50 %.

Se concluye que el número probable de hectáreas acumuladas reforestadas exitosamente superaría a las acumuladas bajo el escenario actual en un lapso de 19, 8 ó 5 años, dependiendo de la superficie plantada en los escenarios alternativos, respectivamente.

#### Bibliografía.

- Hobbs, R. J., and D. A. Norton, 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4:93-110.
- Saenz-Romero, C., 1990. Unidades de Conservación Genética Forestal: Una propuesta con especial referencia al Estado de México. Memorias del II Simposio Internacional de áreas naturales protegidas en México. UNAM, México D.F., 22 - 25 octubre 1990. p.17.
- Saenz-Romero, C. y K.E. Clausen, 1991. Zonas provisionales de producción de semillas de especies forestales en el Estado de México. Nota Técnica 7. Centro de Genética Forestal, A. C., Chapingo, México. 8 p.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), 2000. Informe Final Michoacán (Informe de la evaluación de las reforestaciones realizadas en 1999 en Michoacán). Reporte. México D.F., SEMARNAP, 18 p.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## TECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS FORESTALES

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

## ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DE CUATRO ESPECIES FORESTALES DE LA REGIÓN DE EL SALTO, DGO.

Nájera Luna Juan Abel<sup>1</sup> Méndez González Jorge<sup>1</sup> y Rodríguez Rota Isaac<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor - Investigador<sup>2</sup> Estudiante de Maestría. Instituto Tecnológico Forestal No. 1 El Salto Pueblo Nuevo, Dgo. Tel. y Fax 01 (875) 87 6 02 39 e-mail jalnajera@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

En Durango se han realizado estudios para determinar las propiedades físicas de la madera de especies de importancia comercial (Becerra, 1977; De La Paz y Aguilar, 1978; Pérez, 1982; Télles y Borja, 1995; Domínguez y Borja, 1995), reportan valores medios y omiten mencionar la cantidad de probetas utilizadas o el coeficiente de variación obtenido. Por lo que es necesario que los ensayos se hagan sobre un número suficiente de muestras para caracterizarla de una manera satisfactoria (Flamand, 1963). La región de El Salto, P.N., Dgo. cuenta con un recurso forestal que representa un incalculable valor ecológico (Graciano, 2001) pero no se ha estudiado a profundidad. El objetivo de este trabajo fue estimar un tamaño de muestra adecuado para evaluar algunas propiedades físicas de la madera a través de un muestreo en *Pinus durangensis* Mtz., *Pinus cooperi* Bco., *Quercus sideroxyla* y *Arbutus xalapensis* considerando la región fitogeográfica de El Salto P.N., Dgo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Área de estudio.

El área de estudio es la región de El Salto P.N. Dgo. localizada al suroeste del estado de Durango, dentro las coordenadas geográficas 24° 05' N y 105° 10' W. Los géneros de mayor importancia son: *Pinus* sp., *Quercus* sp., *Arbutus* sp., *Juniperus* sp. y *Abrus*; compuestos de numerosas especies ampliamente distribuidas.

#### Muestreo y selección.

Se siguió las recomendación COPANT 458 referida a la selección y colección de muestras destinadas al estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. El muestreo fue al azar, partiendo del hecho de que las variaciones entre los árboles son más significativas que la variación dentro del mismo árbol, por tanto, se tomaron más árboles de diferentes sitios y menos probetas de cada árbol (Pearson & Williams, 1952). Se seleccionaron 5 árboles de *Pinus durangensis*

Mtz., 5 de *Pinus cooperi* Bco., 5 de *Arbutus xalapensis* y 5 de *Quercus sideroxyla* en diferentes áreas de corta de la región. De cada árbol se seleccionó una troza de 1.20 m para obtener las probetas.

Determinación de la densidad básica de la madera

Se utilizó la norma COPANT 461 referido al cálculo del Peso Específico Básico en maderas. Se utilizaron 4 probetas por árbol de 2 cm por lado.

Determinación de la contracción de la madera.

Se siguió la metodología de la norma COPANT 462 referida a la determinación de la Contracción de maderas. Se utilizaron 4 probetas por árbol de 5X5X10 cm

Procesamiento de la información.

Los datos obtenidos se integraron con respecto a la media, coeficiente de variación y error de muestreo estimado en el muestreo. Para determinar el tamaño de muestra adecuado se consideró una confiabilidad del 95% utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 \cdot s^2}{E^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra requerida.

t = Valor tabular t student

s<sup>2</sup> = Varianza muestral

E = Error de muestreo requerido con respecto a la media en (%).

Para estimar el tamaño de muestra requerido al 95% de confiabilidad para un error de muestreo del 5% al 10%, se graficó el error contra el tamaño de muestra requerido en cada prueba física.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad básica (peso anhidro-volumen verde), DB es un buen indicador de las características físico-mecánicas de la madera ya que la mayoría de ellas son sensibles a las variaciones del valor de esta relación

(Quilfoes 1974). Las especies estudiadas tuvieron valores de 0.39 a 0.65 gr/cm<sup>3</sup>. Los resultados obtenidos en el muestreo se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Resultados del muestreo.

Variable	Estadístico	ESPECIE			
		<i>P. durangensis</i>	<i>P. cooperi</i>	<i>Q. sideroxyloides</i>	<i>A. xalapensis</i>
DB	$\mu$ (gr/cm <sup>3</sup> )	0.45	0.39	0.65	0.52
	C.V. (%)	7.56	4.18	3.01	3.37
	E.M. (%)	3.44	1.38	1.69	1.17
CTV	$\mu$ (%)	16.65	11.30	10.90	11.02
	C.V. (%)	9.26	7.11	10.43	23.90
	E.M. (%)	4.32	2.35	4.88	8.30
PSF	$\mu$ (%)	41.08	32.31	32.48	19.65
	C.V. (%)	11.41	11.41	7.66	23.35
	E.M. (%)	4.65	0.34	2.34	8.14

Donde:

$\mu$  = Media muestral

C.V. = Coeficiente de variación

E.M. = Error de muestreo estimado

Para las cuatro especies estudiadas el tamaño de muestra utilizada en el muestreo resultó suficiente al 5% de error muestral puesto que el número de probetas varió de 2 a 10. Figura 1.

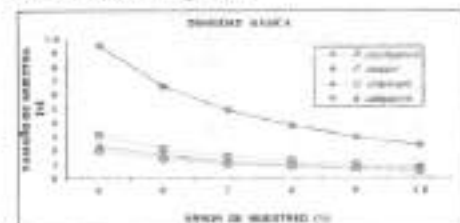


Figura 1 Tamaño de muestras en densidad básica

Bajo esta premisa y de acuerdo a la clasificación de la madera por su densidad (Fuentes, s/f) *Pinus durangensis* se clasifica como moderadamente pesada, *Pinus cooperi* como moderadamente liviana; *Quercus sideroxyloides* y *Artutus xalapensis* como muy pesadas.

El valor de la contracción total volumétrica (CTV) es muy buen indicador para conocer la pérdida de volumen debido al secado de la madera (Nájera y Mendoza, 1994). Se obtuvieron valores de CTV de 11% en *A. xalapensis* hasta 19 % en *Q. sideroxyloides*, sin

embargo se observó mayor variación en *A. xalapensis* por lo que el tamaño de muestra se debe aumentar, el resto de las especies tuvieron bajos coeficientes de variación por lo que el número de probetas ensayadas se consideró suficiente para esta prueba al 5% de error de muestreo y 95% de confiabilidad, Figura 2. *Artutus xalapensis* y *P. cooperi* tienen una contracción mediana (Fuentes, s/f). Por su parte *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyloides* se clasifican como de contracción volumétrica alta.

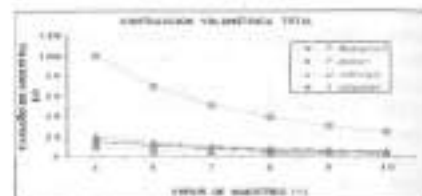


Figura 2 Tamaño de muestras en contracción volumétrica

El punto de saturación de la fibra (PSF) es importante considerarlo puesto que en este punto es cuando empiezan a presentarse las contracciones y el punto máximo donde llega el hinchamiento (Robles y Echenique, 1983). La literatura señala el punto de saturación de las fibras en promedio del 30% de contenido de humedad (Kolmann, 1959; Flamand, 1963; Pérez *et al.* 1979; Fuentes s/f). *Pinus durangensis* presentó un PSF del 41% y *Artutus xalapensis* del 20%, el coeficiente de variación es alto para *A. xalapensis* por lo que es necesario aumentar el tamaño de muestra, para las demás especies el número de probetas ensayadas se consideró suficiente al 5% de error muestral y 95% de confiabilidad. Figura 3.



Figura 3 Tamaño de muestras en PSF

## CONCLUSIONES

Se resalta la importancia de estudiar la variabilidad de las propiedades físicas de la madera mediante ensayos normalizados efectuando evaluaciones estadísticas y encontrar datos concretos para recomendar usos y aplicaciones de la madera.

## BIBLIOGRAFÍA

- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT). 1972. (458,461,462.). Buenos Aires, Argentina.
- PEARSON, R., WILLIAMS, J. 1952. Review of Methods for Sampling of Timber. Forest Products Journal 8(9).

## ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN MÉXICO.

Leonardo Sánchez Rojas.

Profesor-Investigador., División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.

Apartado Postal 37, Chapingo, México, c. p. 56230.

Tel/Fax. (01-595) 954-19-57

E-mail lsanchezrojas@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN.

El rendimiento en la carbonización de leña, está dado por la cantidad utilizada para producir un metro cúbico ( $m^3$ ) o una tonelada de carbón vegetal, influyendo en esta relación, factores como: humedad, densidad, tamaño de la leña y grado de aislamiento; tipo de horno; temperatura de carbonización y cantidad de lignina en la madera (Sánchez, 1996).

Los rendimientos de carbón vegetal son afectados por variables en la carga del horno y por las condiciones en que se de la carbonización (Forest Products Laboratory, 1964; FAO Montes, 1984; Marcos, 1989).

A mayor humedad menor rendimiento de carbón vegetal, por lo que es conveniente secar la madera antes de carbonizarla (Wolf y Vogel, 1985).

La temperatura alcanzada en el interior del horno determina el rendimiento de carbón vegetal con relación al peso de la leña seca (García, 1985; Wolf y Vogel, 1985).

El rendimiento en peso del carbón vegetal es de 20 a 30 por ciento del peso seco de la madera y el rendimiento en volumen es de 50 por ciento del volumen de la madera (Earl, 1975). La SEMARNAT tiene como indicador de rendimiento en la transformación de leña-carbón el de 5  $m^3$  de leña por una tonelada de carbón vegetal.

### OBJETIVOS.

Detectar el rango de variación de los diferentes rendimientos que obtienen los productores carboneros de las diferentes regiones del País.

Analizar los diferentes rendimientos que se obtienen en las diferentes regiones del País.

### MATERIALES Y MÉTODOS.

La metodología utilizada fue considerando la selección de diez estados de la República Mexicana para la toma de información, visitando dos sistemas de producción en cada estado seleccionado. Los estados seleccionados fueron: Chihuahua, Durango, Sonora, Tamaulipas, Guanajuato, Jalisco, Puebla, Oaxaca, Quintana Roo y Veracruz. Dicha información se capturó mediante encuestas o entrevistas estructuradas sobre los rendimientos alcanzados bajo ciertas condiciones de producción, tales como: tipo de horno; especie, tamaño, y contenido de humedad de la leña y proceso de carbonización.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En cuanto a los rendimientos reportados, se encontraron diferencias con relación al contenido de humedad de la leña, a su densidad, temperatura de carbonización, tipo de horno utilizado, grado de aislamiento de la leña y control del proceso.

Con relación a la humedad de la madera se encontró que a mayor humedad de la leña se obtuvo menor rendimiento.

Considerando la densidad de la madera se encontró que a mayor densidad de la leña se obtuvo un carbón vegetal más denso pero más friable cuando se utilizó leña seca.

Con relación a la temperatura de carbonización, se encontró que a mayor temperatura menor rendimiento, pero resultaba un carbón vegetal con mayor cantidad de carbono puro.

Considerando el tipo de horno se encontró que en los hornos de tierra debido a su gran variabilidad en cuanto a tamaño, forma de encendido, experiencia en el control de proceso y características de la leña empleada, los rendimientos

oscilaron entre 15 y 30 por ciento con relación al peso seco de la leña, con una media del 25.5 por ciento (5 a 10  $m^3$ , con una media de 6.5  $m^3$ , lo cual concuerda con lo mencionado por Earl, 1975). Semejante rendimiento lo tiene el horno de fosa.

El rendimiento en los hornos de ladrillo se encontró menos variable, oscilando entre 21 y 30 por ciento con relación al peso seco de la leña, con una media del 27 por ciento (5 a 8  $m^3$ , con una media de 6.0  $m^3$ ). Semejante rendimiento lo tuvieron los hornos metálicos. Aunque este rendimiento resultó mejor, sólo algunos productores llegan a alcanzar un rendimiento cercano a los 5  $m^3$  por tonelada producida.

Con relación al grado de aislamiento de la leña, se encontró mejor rendimiento cuanto mejor aislamiento tenía la leña con el exterior.

Con respecto al control del proceso de carbonización, se encontraron mejores rendimientos de acuerdo a la experiencia del carbonero.

### CONCLUSIONES.

Son diversas las variables que se deben considerar con relación a los rendimientos de carbón vegetal que se encontraron en el País.

Debido a las técnicas de carbonización que se utilizan (tradicionales y semi-industriales), no se logran los mejores rendimientos, ya que en el mejor de los casos se obtiene una media de 27 por ciento con relación a la leña seca o 6.0  $m^3$  de leña al 30 por ciento de contenido de humedad por tonelada de carbón vegetal producido.

La experiencia del carbonero relacionada con la técnica utilizada, fueron las principales variables que determinaron la variación del rendimiento.

### LITERATURA CITADA.

Earl, D.E. 1975. Informe sobre carbón vegetal. FAO. Roma, Italia.

FAO-Montes No 41. 1984. Métodos simples para fabricar carbón vegetal. Roma, Italia.

Forest Products Laboratory. 1964. Carbón de leña. Producción, venta y uso. Editorial Herrero, S.A. México, D.F.

García Canú, E. 1985. Investigación de mercado de carbón vegetal en el área

metropolitana de Monterrey. Tesis de Licenciatura. UANL, Linares, N.L.

Marcos, M. F. 1989. El carbón vegetal, propiedades y obtención. Editorial Mundiprensa. Madrid, España.

Sánchez Rojas, L. 1996. Documento de situación: producción, consumo y exportación de carbón vegetal en México. FAO. Roma, Italia (Informe interno).

Wolf, F. y Vogel, E. 1985. Manual para la producción de carbón vegetal con métodos simples. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. UANL, Linares, N.L.



## APLICACIÓN DE MODELOS GEOMÉTRICOS A LA CARACTERIZACIÓN DE LA POROSIDAD DE LA MADERA

Jesús Martínez Linares<sup>1</sup>  
José Cruz de León<sup>1</sup>

### Introducción

La distribución de poros en la madera es un indicador de la forma de crecimiento del árbol (Trendelenburg y MayerWegelin, 1995). A su vez, muchas de las propiedades físicas de la madera, como por ejemplo la resistencia mecánica (Kolman y Coté, 1984), la conductividad térmica (Tsoumis, 1991), o la permeabilidad (Chen, Zhang y Van Sambeek, 1998), dependen de forma crítica de la distribución de vasos que esta presente. La permeabilidad mide el flujo de líquido que circula a través de la madera en respuesta a un gradiente de presión. El conocimiento de la permeabilidad de la madera es esencial a la hora de determinar tratamientos de secado de tablas y para producir productos de madera de alta calidad. Es por tanto importante disponer de un procedimiento que permita caracterizar de forma cuantitativa la estructura de poros de la madera.

### Objetivos

La distribución de poros en la madera juega un papel primordial en la determinación de sus propiedades físicas. El objetivo general del presente trabajo es mostrar un procedimiento que permita ajustar las estructuras de poros, observadas mediante análisis digital de imágenes, a un modelo geométrico determinado. El objetivo de los ajustes a modelos geométricos es doble. Por un lado, el modelo permite elaborar predicciones cuantitativas sobre propiedades físicas de la madera que estén relacionadas con la estructura de poros de la misma. Es decir, podemos usar los modelos como herramienta de cálculo de propiedades físicas de la madera. Por otro lado, al proporcionar un método cuantitativo para caracterizar patrones angulares de poros, podemos usar estos modelos en el estudio de la clasificación anatómica de la madera.

### Metodología: el Modelo

Podemos especificar una distribución de poros determinada a través de una matriz

$R_v$  en el plano complejo, cuyos elementos representan la posición del centro de los poros en dos direcciones independientes. Presentamos como método innovativo el uso del plano complejo, en vez del plano usual cartesiano (R,T), por sus ventajas matemáticas en cuanto a manejo de rotaciones (Spiegel, 1968). En coordenadas polares,

$$R_v = |R_v| e^{i\theta_v}, \quad (1)$$

donde  $\theta_v \in (0, 2\pi)$  es la parte angular de la distribución,  $|R_v|$  es el módulo del número complejo  $R_v \in \mathbb{C}$ , y  $i$  es el número imaginario  $i = \sqrt{-1}$ . Existen dos clases de modelos. Por un lado los modelos deterministas, cuyos valores quedan especificados asignando una

expresión analítica a la distribución  $R_v$ . Por otro lado, podemos incorporar la aleatoriedad inherente a la posición de los poros en diversas probetas mediante modelos estocásticos. Por ejemplo, tomamos el modelo

$$z[R, \theta; \eta] = r e^{i\theta}, \quad (2)$$

donde tanto  $r$  como  $\theta$  están dados por números aleatorios en el rango  $(0, R)$  y  $(-\theta/2, \theta/2)$  respectivamente. Aquí  $R$  es el radio de la sección transversal.

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Apdo. postal 580, 58000-Morelia, Michoacán, México.  
e-mail: delacruz@teus.umich.mx

La ecuación (2) representa por tanto a una familia uniparamétrica de modelos geométricos caracterizados por la densidad de poros  $\eta$ .

### Ajuste experimental

La estadística asociada a la parte radial de un modelo estocástico para porosidad difusa de densidad variable predice

$$\langle r \rangle = \frac{R}{2}, \quad \sigma_r = \frac{R^2}{12}, \quad (4)$$

Por otro lado, el modelo estocástico para porosidad difusa de densidad constante predice un resultado diferente, concretamente

$$\langle r \rangle = \frac{2R}{3}, \quad \sigma_r = \frac{R^2}{18}, \quad (5)$$

Podemos, por tanto, investigar la dependencia radial de la distribución de poros del *Enterolobium cyclocarpum* (Parota), analizando si los promedios y varianzas medidos experimentalmente se ajustan a los valores predichos por los modelos geométricos correspondientes. El primer paso es por tanto capturar, mediante un software adecuado de análisis de imágenes, una muestra experimental de distintos valores de la posición radial y angular de los poros de la especie a estudiar.

Posteriormente, mediante un software específico, mediremos y calcularemos la estadística de los datos obtenidos. En caso de ajuste positivo, se repetirá el procedimiento para distintas probetas.

### Conclusiones

Se presenta un procedimiento experimental que permite caracterizar la estructura de las distribuciones de poros en las secciones transversales de tronco de especies arbóreas. La caracterización se realiza ajustando, mediante análisis de imágenes, los valores medidos a modelos geométricos basados en el plano complejo.

Hemos mostrado que es posible discriminar localmente entre diversos modelos estocásticos mediante el análisis

estadístico de las varianzas en la distribución de poros.

Esta propiedad es muy importante, pues en la mayoría de los casos no disponemos como probeta de toda una sección transversal, sino de pequeñas probetas con la que muestrear el comportamiento estructural de la porosidad.

### Referencias

- Trendelenburg, R. y MayerWegelin, H. 1995, *Das Holz als Rohstoff 2, Vollig uberarbeitete Auflage*. CHV, Munich.
- Kolman, F.P. y Coté, W.A. 1984, *Principles of Wood Science and Technology* (Springer, N.Y.)
- Tsoumis, G. 1991, *Science and Technology of Woods*, (Van Nostrand Reinhold, N.Y.)
- Chen, P.Y.S., Zhang, G. y Van Sambeek, J.W. 1998, "Relationship among growth rate, vessel lumen area, and wood permeability for three central hardwood species", *Forest Products Journal*, vol. 48, No3, pp: 87-90.
- Spiegel, M. 1968, *Schaum's Outline of Complex Variables* (McGraw Hill, N.Y.)

APROVECHAMIENTO ARTESANAL DEL GUAMÚCHIL *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth EN EL NORTE DE GUERRERO

José Ángel Alcántara Jiménez, Sergio Ayvar Serna<sup>1</sup>, José Aurelio Durán Ramírez<sup>1</sup>, Francisco Zanábriga Parra<sup>2</sup> y Audón Gómez Mendoza<sup>3</sup>.

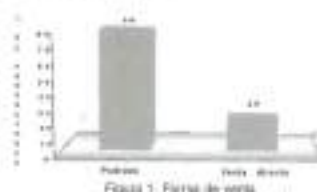
**INTRODUCCIÓN.** El guamúchil crece en forma silvestre en diversas entidades del territorio nacional. En Guerrero forma parte de la flora silvestre de todas las regiones de la entidad; en las zonas Centro y Norte ha adquirido interés creciente porque se consume el fruto en estado fresco y seco; se utiliza el follaje como alimento para el ganado y con la madera se confeccionan diversos muebles y artesanías para el hogar; los cuales se venden directamente en los mercados regional y local; o bien, a través de los institutos de artesanías estatales; a precios que varían de acuerdo al tamaño, diseño y utilidad (Anónimo 2003a). La mayoría de artesanos obtienen la madera directamente de las plantas silvestres; porque no existen plantaciones comerciales para el aprovechamiento integral de esta leguminosa; consecuentemente, se ha venido incrementando el problema de deforestación, porque no existe un programa oficial para la preservación de la especie (Anónimo 2003b). Otro sector de productores adquiere la madera ya cortada; incrementando así los costos de producción y el precio de venta del producto en el mercado.

**OBJETIVOS.** A) Generar un marco de referencia que sirva de fundamento para la realización de programas de reforestación, investigación y explotación racional de este recurso natural B) Identificar las limitantes socio-económicas de la actividad artesanal y C) Conocer la problemática del proceso de comercialización.

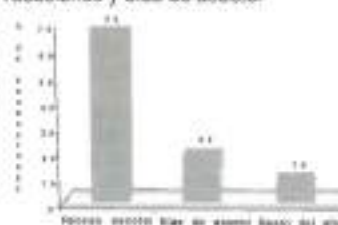
**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se aplicó un cuestionario que requería datos del entrevistado, y de los procesos de producción y comercialización de las artesanías, durante los meses de Abril y Mayo del 2003, a un grupo de 25 artesanos dispuestos a colaborar en la investigación, realizada en Iguala Gro. Se contó

con el apoyo directo de los propietarios de talleres artesanos de la localidad. Se utilizó el diseño de muestreo aleatorio simple. Se obtuvieron parámetros estadísticos, como: valores totales y medios; porcentajes máximos y mínimos para el modelo empleado.

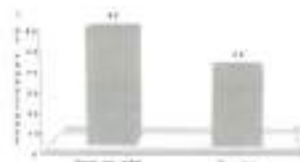
**RESULTADOS.** El 80 % de los productores venden su producto por medio de pedidos; el resto ofrece directamente el producto a los consumidores (Figura 1).



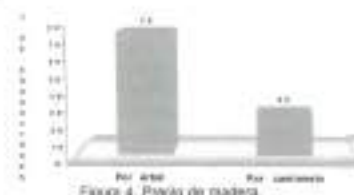
En la Figura 2 se observa que el (70%) los artesanos tienen mejores ingresos en la época de vacaciones y días de asueto.



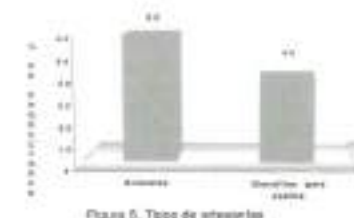
En la Figura 3 se nota que el 60% de los artesanos adquieren la materia prima por corte de árbol y el resto, por camioneta.



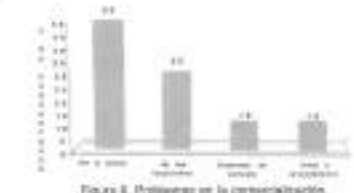
La mayor parte de los productores compran la madera por árbol a un precio \$ 300.00 (Figura 4).



El mayor porcentaje de los productores elaboran figuras de animales el resto utensilios para cocina (Figura 5).



El mayor porcentaje de los productores vende su producto a un precio bajo, cuando se escasean las ventas y cuando no hay vacaciones (Figura 6).



**DISCUSIONES.** Se encontró que los productores no están organizados; no tienen acceso a créditos; carecen de atención y seguro médico por parte de los propietarios de los talleres. Enfrentan problemas de escasez y encarecimiento de la madera; situación que los induce a reforestar clandestinamente las poblaciones silvestres. Las dependencias

responsables del aprovechamiento racional de los recursos forestales; deberían incluir a esta especie en su plan de trabajo.

**CONCLUSIONES**

1. El alto precio de la madera influye en los costos de producción y venta de las artesanías.
2. Las mayores ventas se registran en la época vacacional y días de asueto.
3. Los ingresos por la venta del producto son para la economía familiar; existe bajo intermediarismo.

**BIBLIOGRAFÍA**

Anónimo. 2003a. Edición internet: [http://www.Semarnat.gob.mx/guamuchil/Pithecellobium dulce\\_ucinet.Com.mx/davincix/mesa](http://www.Semarnat.gob.mx/guamuchil/Pithecellobium_dulce_ucinet.Com.mx/davincix/mesa).  
Anónimo. 2003b. Edición internet: [http://www.Semarnat.gob.mx/rojas-martinez\\_a.a\\_valeria-benuef/Analisis\\_comparativo\\_de\\_la\\_quinopterofauna\\_del\\_Valle\\_de\\_Tehuacan-Cuicatlan\\_Puebla\\_Oaxaca\\_Acta\\_Zoológica\\_Mexicana\\_\(nueva\\_serie\)\\_67:1-23](http://www.Semarnat.gob.mx/rojas-martinez_a.a_valeria-benuef/Analisis_comparativo_de_la_quinopterofauna_del_Valle_de_Tehuacan-Cuicatlan_Puebla_Oaxaca_Acta_Zoológica_Mexicana_(nueva_serie)_67:1-23).

<sup>1</sup> Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Tel: 735-23-2428. AP. 6 y 9. 80,000 Iguala, Gro. E-mail: [casagr@prodigy.net.mx](mailto:casagr@prodigy.net.mx)  
<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, UAG, Periférico Poniente s/n. Col. Guadalupe, Iguala, Gro. Tel./fax: (735) 47-76, 3-27-88 y Tel. 3-04-42. Correo electrónico: [fozo\\_uag@hotmail.com](mailto:fozo_uag@hotmail.com)  
<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Agropecuario N° 25, Tel. (767) 8721213.

## Arrime de Trocería con Motogrúa, Utilizando un Carro Aéreo Gravitacional,

José Ciro Hernández Díaz

Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, de la Universidad Juárez del Estado de Durango,  
cjhernan@linux.ueed.mx.

### Introducción.

El equipo más utilizado en México para arrimar trocería en áreas escarpada es la motogrúa. Con el sistema de trabajo actual, esta máquina se usa solamente para arrimar trocería cuesta arriba, desde una distancia máxima de entre 120 y 150 m con respecto al camino. Los rendimientos varían entre 30 a 50 m<sup>3</sup> por jornada según las condiciones del área de corta.

El objetivo de este trabajo fue proveer alternativas tecnológicas para el arrime de trocería en áreas de topografía escarpada, disminuyendo tres variables, que son: Los costos de producción, aumentando la productividad en el arrime de trocería, y

El esfuerzo de los obreros durante el arrime, y El daño al arbolado que se queda en pie después de la extracción de trocería.

### Materiales y métodos.

Se combinó un carro maderero aéreo gravitacional marca Koller, con capacidad para cargar 2.5 toneladas y una motogrúa con malacate de dos carretes. En uno de los carretes se enredó un cable de acero de 700 m de longitud y 1" de diámetro, que se utilizó como cable portante (o de carga) del sistema de cable aéreo. En el otro carrete se enredó un cable de acero de 650 m de longitud y 5/8" de diámetro, que sirvió como cable de tracción (o de arrime de las cargas).

La capacitación del personal se llevó a cabo sobre la marcha y los obreros fueron los mismos que operaban la motogrúa con el sistema tradicional.

La mayor parte de la trocería que se arrimó estaba en un lugar cuyas condiciones topográficas son tan accidentadas (pendiente mayor al 60% y presencia de rocas grandes) que inclusive un malacate tradicional no pudo arrimar las trozas al camino.

Resultados del proyecto No. 1999C405010 del fondo CONACYT-SIVILLA. Esta ponencia fue presentada en el XI Congreso Forestal Mundial de la FAO, Septiembre 2009, Québec, Canadá.

### Resultados y discusión.

En total se arrimaron 2,791 m<sup>3</sup>, en cuatro lugares en Durango, con el sistema combinado de cable aéreo y motogrúa, sin embargo se tomaron datos susceptibles de análisis en solamente 779.123 m<sup>3</sup>.

En las pruebas efectuadas se arrimaron trozas desde una distancia máxima de 620 m de arrime principal y hasta 100 m de arrime lateral, logrando rendimientos de 5.3 trozas (4.5 m<sup>3</sup>) en promedio por hora trabajada. Este rendimiento es ligeramente menor que con el sistema tradicional; sin embargo, el arrime se hizo desde una distancia cuatro veces mayor.

Además de analizarse la productividad, el estudio hace referencia también a las variables "daño al arbolado residual" y "esfuerzo de los obreros".

### Conclusiones.

El sistema combinado de arrime requiere menos caminos y brechas que el sistema tradicional de arrime con motogrúa, con el cual compete. Y puede aplicarse en cualquier área donde el carro aéreo se mueva en un sentido por gravedad y en el otro sentido con la fuerza de la motogrúa, disminuyendo los recorridos y riesgos de los obreros. Las trozas viajan suspendidas del cable aéreo, evitándose también el impacto al suelo y a la vegetación residual.

### Referencias.

HERNÁNDEZ DÍAZ, J.C., ALCAZAR VILLARREAL, C., UNZUETA ÁVILA, E. Y SÁNCHEZ QUIÑONES, A. 2002. Arrime de trocería combinando los sistemas de motogrúa y cable aéreo. Fol. Cient. No. 1 del ISMA-UEED, Noviembre de 2002.

## BIOTECNOLOGÍA APLICADA COMO PRETRATAMIENTO FANGAL EN EL PROCESO DE PULPEO KRAFT

Daniel Albarrán Alvarado<sup>1</sup>, José Gpe. Rutlaga Quiñones<sup>1</sup>, Virgilio Zúñiga Partida<sup>2</sup> Juan Ramos Quirarte<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, UMSNH, Morelia, Michoacán, México, rutlaga@zeus.umich.mx

<sup>2</sup>Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México, vzuniga@dmcyp.cucel.udg.mx, jramosq@dmcyp.cucel.udg.mx

### Introducción

Los hongos forman una parte importante del ecosistema, contribuyendo al equilibrio del ciclo del carbono; algunos de ellos, son capaces de degradar en forma selectiva los diferentes componentes de la madera (Herrera, Ulloa 1990).

Por otro lado, la producción de pulpa es un proceso muy importante en la economía global, en donde, en los procesos químicos, se busca la eliminación del sustrato conocido como lignina, para poder utilizar las fibras resultantes en la fabricación de papel y otros productos (Libby 1982).

El uso de hongos que generan pudrición blanca como una etapa del proceso de pulpeo ha creado el concepto de Biopulpeo, en el cual las astillas de madera a procesar, son inoculadas con hongos degradadores de la lignina previo al pulpeo convencional (Akhtar *et al.* 1996, Miletzky 1995).

El uso de un hongo, causante de pudrición blanca, provoca una deslignificación inicial y una modificación de la lignina residual, que permite una optimización del proceso de pulpeo kraft en calidad y costo.

### Objetivos

Obtener pulpa kraft con madera de encino, utilizando una etapa de

pretratamiento con un hongo de pudrición blanca y comparar el rendimiento y propiedades físicas y mecánicas con una pulpa kraft convencional.

### Materiales y Métodos

La madera de encino utilizada en este estudio provino del Ejido Copitero, Municipio de Villa Madero, Michoacán. Se astilló y se inoculó con el hongo de pudrición blanca *Cantharellus subvernisporeus*, proporcionado por el Departamento de Celulosa y Papel, de la Universidad de Guadalajara.

La astilla inoculada, se mantuvo en un biorreactor por dos y tres semanas, a temperatura y humedad controlada, para permitir el desarrollo del micelio.

Se pulpeo la astilla (cocción kraft) en un digestor rotatorio con capacidad de 2 kg de astilla, a una presión de 7 Kg/cm<sup>2</sup> y un hidromódulo de 3:1, variando la concentración de reactivos del 11 al 17 % y el tiempo de cocción de 30 a 120 minutos.

La pulpa obtenida se caracterizó física y mecánicamente de acuerdo a las normas TAPPI (1994).

## Resultados y Discusión

En la figura No. 1, se observa el rendimiento obtenido variando la carga de reactivos (Álcali Activo), donde se muestra un beneficio hasta de un 18 %, reduciendo un 17.6 % la carga de reactivos comparando el pretratamiento contra el rendimiento de un pulpeo kraft convencional.

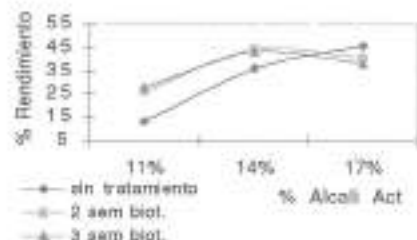


Fig. 1.- Álcali activo contra rendimiento.

En la figura No. 2, es posible ver, una optimización del tiempo de cocción, obteniendo rendimientos de hasta un 20 %, reduciendo un 25 % el tiempo de cocción comparando el pulpeo con astilla biotratada contra la pulpa obtenida por un pulpeo kraft convencional.

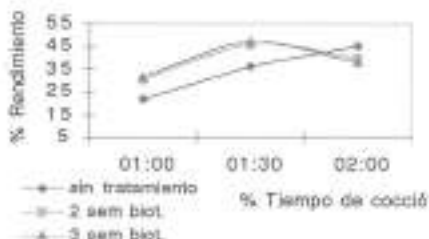


Fig. 2.- Tiempo de cocción contra rendimiento.

En las pruebas físico mecánicas, la pulpa biotratada, presnetó mejoras significativas en pruebas de tensión y ruptura, disminuyendo en las pruebas

de explosión, comparadas con la pulpa convencional.

## Conclusiones

Con el pretratamiento a la madera de encino con el hongo de pudrición blanca *C. subvermispora*, se logró una reducción inicial de la lignina y una modificación de la lignina residual, que permite reducir la carga de reactivos y del tiempo de cocción, mejorando las cualidades físicas de la pulpa obtenida y una mejora en el rendimiento y consecuentemente en la producción.

## Bibliografía

AKHTAR M, KIRK TK, BLANCHETTE RA (1996) Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry. Advances in Applied and Fundamental Research pp 187-192.

GHOSE K *et al.* (1989) Bioprocess Engineering, the first Generation, Ellis Horwood Limited

HERRERA T, ULLOA M (1990) El reino de los hongos. UNAM, FCE. México.

LIBBY CE (1982) Ciencia y Tecnología Sobre Pulpa y Papel. I. CECSA. México.

MILETZKY F (1996) Proceedings of 6<sup>th</sup> International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry. Advances in Applied and Fundamental Research pp 9-15

TAPPI Test Methods (1994) TAPPI Press. Atlanta.

## "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA MADERA DE *Pinus lalophylla* Schl. et Cham. (pino chino)"

Ing. Antonio Paniagua Comejo, Ing. Fabiola E. Pedraza Bucio, Ing. Leticia Reyes Jiménez, Biol. Patricia Silva Sáenz, Ing. Ulises Trujillo Jiménez

## RESUMEN

Las características físicas y propiedades mecánicas en la madera revisten gran importancia gracias a que con ellas puede inferirse el uso al que se le puede someter. En el presente trabajo se determinaron las propiedades mecánicas y la densidad básica en la madera de *Pinus lalophylla* Schl. et Cham. Colectada en la localidad de Jesús del Monte del municipio de Morelia, en el estado de Michoacán, México. Las pruebas analizadas son: flexión estática, compresión paralela, compresión perpendicular, tensión paralela, tensión perpendicular, resistencia a rajaduras, dureza Janka y extracción de clavos. La metodología utilizada fue con base en la norma ASTM D143 reprobada en 1994, que aparece en el 2000 en el libro de las normas ASTM. Los resultados obtenidos se comparan con los reportados por Sotomayor (1987), Sotomayor (2002 y 2002a) y Quiñónez (1974).

Palabras clave: flexión estática, compresión paralela, compresión perpendicular, tensión paralela, tensión perpendicular, dureza Janka y densidad básica.

## INTRODUCCIÓN.

Es importante el conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas para varios propósitos: contribuir en la realización de una mejor administración del bosque en el estado de Michoacán, evitar el uso indiscriminado del recurso forestal y, efectuar un aprovechamiento integral de las especies maderables. El presente trabajo consistió en la determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas de *Pinus lalophylla* Schl. et Cham. ("pino chino"), considerándose que dichas pruebas son importantes por ser parámetros guía para sugerir aplicaciones estructurales de dicha especie.

## MATERIALES Y METODOS

El ejemplar estudiado fue colectado en la comunidad de Jesús del Monte, municipio de Morelia Mich., a una altitud aproximada de 2300 msnm. El número de

probetas fue el indicado por la norma ASTM D143 reprobada en 1994. Los ensayos mecánicos se efectuaron en una máquina universal Shimadzu, para pruebas mecánicas con capacidad de 10,000 kg.

Se ensayaron 30 probetas para cada prueba. Sin embargo, debido a restricciones de material, en algunos casos fue menor.

Para la extracción de clavos y dureza Janka, se aplicó carga en todas las caras (transversal, tangencial y radial).

En las pruebas de flexión estática, compresión perpendicular y tensión perpendicular, la carga fue aplicada en dos sentidos: la mitad en la sección tangencial y la mitad en la sección radial.

En cada prueba se tomaron las dimensiones de las probetas: largo, ancho y espesor y se acondicionaron a un contenido de humedad de aproximadamente 12%, condición en la cual el valor de densidad obtenido fue de 0.5 gr/cm<sup>3</sup>. Las mediciones se efectuaron con un vernier de carátula con precisión de 0.001 pulgadas y los valores de peso se determinaron con una balanza digital de 0.1 gr de precisión.

Para el cálculo de densidad básica se utilizaron 20 probetas, las cuales se sumergieron en agua hasta saturación y posteriormente se obtuvo su peso y volumen saturado. Finalmente se colocaron en una estufa hasta peso constante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados promedio de las pruebas realizadas en este estudio son las siguientes:  
DENSIDAD BÁSICA (gr/cm<sup>3</sup>): 0.4431 (media - alta).  
FLEXIÓN ESTÁTICA (kg/cm<sup>2</sup>): SLP 544.99 (media); MOE 91627.92 (media); MOR 716.03 (media).  
COMPRESIÓN PARALELA (kg/cm<sup>2</sup>): SLP 1139.25; MOE 62460.37; MOR 1696.29.  
COMPRESIÓN PERPENDICULAR (kg/cm<sup>2</sup>): SLP 83.80 (muy baja).  
TENSIÓN PARALELA (kg/cm<sup>2</sup>): SLP 1139.25; MOE 62460.37; MOR 1696.29.  
TENSIÓN PERPENDICULAR (kg/cm<sup>2</sup>): Emax 19.01

RESISTENCIA A RAJADURA (kg/cm<sup>2</sup>): Emax 5.2  
 DUREZA JANKA (kg): Long 387.82 (baja); Transv 445.73.  
 EXTRACCIÓN DE CLAVOS (kg): Long 27.93; Transv 16.22

La clasificación de los valores, los cuales se anotan entre paréntesis después del dato promedio, se efectuó con base en Sotomayor (1987 y 2002a).

Los valores obtenidos en el presente estudio, se asemejan bastante con los reportados por Quiñónez (1974) quien analiza las características físicas y mecánicas de cinco especies mexicanas del género *Pinus*, entre las cuales incluye a: *Pinus leiophylla* Schl. et Cham

#### CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

1.- Los valores del ensayo de tensión paralela y perpendicular en el grupo de las coníferas (maderas blandas), no se reportan en la literatura, por lo que los resultados son una contribución al conocimiento de estas propiedades, en particular para la especie objeto de estudio.

2.- La madera de *Pinus leiophylla* es apropiada para usarse en la construcción cuando se requiera de buenas propiedades de resistencia, debido a sus propiedades tecnológicas. A nivel industrial, esta especie es susceptible de ser utilizada en la fabricación de muebles y tableros contrachapados.

3.- Respecto al ensayo de densidad básica, dada la variabilidad de los rangos de clasificación registrados en la bibliografía consultada, se sugiere que en próximos estudios, se homogenicen los índices de clasificación.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la M. C. Teresa Sánchez Vargas por la asesoría brindada para la realización del presente estudio, así como por las acertadas observaciones durante la elaboración del documento final.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ASTM (American Society for Testing and Materials). 2000. ASTM Standards. Sección Four. Construction Vol. 04.10
- Quiñónez Olguín, Joel Octavio. 1974. Características físicas y mecánicas de la madera de 5 especies mexicanas. Boletín técnico No. 42. Secretaría de agricultura y ganadería - Subsecretaría forestal y de la Fauna- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México. 13 pp.

Sotomayor - Castellanos, Javier Ramón. 2002. Características mecánicas de la madera y su aplicación en la industria de la construcción. Revista Ciencia Nicolaita No. 33. Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 188 pp.

Sotomayor - Castellanos, Javier Ramón. 2002a. Clasificación de características mecánicas de maderas mexicanas. Tabla FITECMA. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo - Coordinación de la Investigación Científica. Morelia, Michoacán, México.

## Coefficientes de aserrio para cuatro aserraderos banda del Sur de Jalisco

José David García Ramírez<sup>1</sup>

Luis Morales Quiñónez<sup>2</sup>

Salvador Valencia Marzo<sup>2</sup>

de confiabilidad de la media a través de la fórmula que señalan Infante y Zarate (1990).

$$n = \frac{t^2 S^2}{E^2}$$

n = tamaño de muestra  
 S<sup>2</sup> = variancia de la muestra  
 t = valor del estadístico T  
 E = Error permitido (5%)

Se determinó estudiar 120 trozas para cada aserradero, las cuales fueron divididas en cuatro lotes de 30 cada uno, con la finalidad de tener repeticiones y realizar el análisis de variancia. Se eliminaron del estudio aquellas con defectos, tales como: malformaciones, quemaduras, pudriciones y zonas con abultamientos excesivos.

#### Cubicación de las trozas.

La cubicación de las trozas se obtuvo mediante la fórmula de Smalian (Romanh *et al.* 1987). Para las trozas que no eran circulares se tomó como diámetro real el promedio de dos a tres mediciones de los diámetros.

$$V = \frac{(B + b) \cdot L}{4} \cdot L$$

V = Volumen de la troza en m<sup>3</sup>  
 B, b = Área de la sección mayor y menor de la troza en m<sup>2</sup>  
 L = Longitud de la troza en m

#### Cubicación de la madera aserrada.

Para la cubicación nominal o comercial de la madera aserrada se consideró a los productos como un paralelepípedo (Romanh *et al.*, 1987).

Para la obtención del volumen real las piezas aserradas fueron cuantificadas de acuerdo con promedios que se obtuvieron para el espesor, el ancho y el largo, utilizando el sistema métrico decimal.

#### Coefficiente de aserrio.

Para determinar el coeficiente de aserrio para cada uno de los aserraderos, se empleó la siguiente fórmula (Dobie, 1973).

$$c.a. = \frac{\text{Volumen de madera aserrada (m}^3\text{)}}{\text{Volumen madera rolo (m}^3\text{)}} \times 100$$

<sup>1</sup> Secretaría de Desarrollo Rural Jalisco. jgarciad@seforcepol.fra

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". svalencia@uasv.mx

#### INTRODUCCIÓN

El aserrio, es un proceso mediante el cual se convierte la madera en rolo en madera aserrada, como son: tablas, tablones, polines, vigas, durmientes, tramos, empaques y mangos industriales básicamente, utilizando maquinaria, equipo, recurso humano, fuentes de energía y dinero.

No obstante lo sencillo del proceso y su importancia el avance de esta industria en México ha sido lento, respecto a países desarrollados. Incluso aún cuando los industriales madereros, como los fabricantes de maquinaria conocen de diversas tecnologías, por diversos motivos los aserraderos han permanecido al margen de mejoras que en algún grado pudieran considerarse importantes. Esto principalmente debido a problemas económicos y de volumen, así como a calidades de la materia prima.

Dado lo anterior, es conveniente buscar métodos para aumentar la eficiencia en el proceso de aserrio, a través del análisis de procesos de transformación, con lo cual se podría obtener una mejor calidad de productos terminados y un mejor precio de venta.

#### OBJETIVOS

Los objetivos del estudio fueron determinar el coeficiente de aserrio primario y la productividad para cuatro aserraderos banda del Sur de Jalisco.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### Selección de los Aserraderos.

Para la realización de este estudio se seleccionaron dos aserraderos pequeños y dos medianos por ser de los más frecuentes en el Estado. Los aserraderos pequeños fueron: Mexicana Central de Maderas (MCM) y Aserradero Unión de Gómez Farías (UNION) ambos con un ancho en la sierra banda de 5"; mientras que los aserraderos medianos fueron: Distribuidora Pinares del Sur (DIPISUR) y Maderas del Sur de Jalisco (MASUJAL) cuyo ancho de sierra fue de 8".

##### Número de trozas estudiadas.

El tamaño de la muestra se determinó con base en la variación del volumen de una premuestra de 50 trozas, considerando un 95% como límite

#### Productividad.

La productividad se determinó al relacionar el volumen de madera aserrada, entre el tiempo transcurrido en su proceso, desde que se empezó a producir el primer corte en la primera troza, hasta el último corte del último producto en la sierra péndulo.

#### Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias de los tratamientos (aserraderos) mediante el modelo de diseño experimental completamente al azar y cuando se encontraron diferencias se realizó la prueba de Tukey de separación de medias. Se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, Versión 6.04).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los cuatro aserraderos estudiados, el análisis de varianza mostró que, tanto en el coeficiente de aserrío nominal como en el real, al menos uno de ellos tuvo un efecto distinto al resto de los aserraderos ( $P=0.002$  y  $F=0.012$  respectivamente). La prueba Tukey de comparación de medias mostró que el valor promedio del coeficiente de aserrío para el aserradero "Maderas del Sur de Jalisco" es diferente al resto de aserraderos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación Tukey de medias del coeficiente de aserrío y productividad por aserradero.

Aserradero	P.A. (%)	Agrupación Tukey	Productividad (m <sup>3</sup> /hora)	Agrupación Tukey
MASUJAL	55.74	A	2.26	A
CONCH	44.77	B	2.26	A
UCM	47.69	B	2.87	AB
DIPISUR	42.26	B	2.26	B

Hasta aquí se puede afirmar que MASUJAL es el aserradero que presenta mayor eficiencia en el proceso de aserrío, ya que mostró el mayor coeficiente de aserrío nominal. Esto se debe principalmente al bajo porcentaje de trozas con diámetro reducido y a la alta proporción de madera producida en 1 1/2" de espesor.

El rendimiento real (coeficiente de aserrío real), promedio de los cuatro aserraderos fue de 61.72% (262.9 p<sub>m</sub><sup>3</sup>). El rendimiento comercial (coeficiente de aserrío nominal), es inferior al real en un 17.14%.

#### Productividad.

En este aspecto los tres primeros aserraderos son estadísticamente iguales en cuanto a la productividad media, mientras que el aserradero

que muestra diferencias con respecto a los dos primeros es DIPISUR con una productividad media menor a 2.36 m<sup>3</sup>/hora. Esto se debe principalmente al número de personas que laboran por aserradero; así como a las distancias que tienen que recorrer los productos en el proceso productivo, tomando como base la distribución real de la maquinaria y equipo.

#### CONCLUSIONES

El valor promedio del coeficiente de aserrío nominal para los cuatro aserraderos estudiados, fue de 44.58%.

Existen diferencias en el coeficiente de aserrío entre los aserraderos y estas se vieron influenciadas por la longitud de trozas (exceso de refuerzo) y la proporción de productos obtenidos en los diferentes espesores.

El volumen perdido por exceso de refuerzo en la longitud de la trocería representó un 2.14% del volumen total de madera en rolo que se procesó.

#### RECOMENDACIONES

Realizar estudios basados en datos estadísticos para tamaños de muestra, número de repeticiones, nivel de confiabilidad e intervalos de confianza, puesto que se generarían resultados más confiables y se podrían comparar diferentes estudios.

Incorporar estudios relacionados con la variación en longitud de la trocería, del espesor de las tablas y la variación del corte de las sierras; ya que son fuente de un aumento potencial en el c.s. teniendo un control más cuidadoso en la práctica.

#### LITERATURA CITADA

- Dobie, J. 1973. Coeficientes de aserrío. *Bosques y Paises*, 10(2): 9-19.  
Infante G. S. Y G.P. Zúñiga de L. 1990. Métodos estadísticos. 2ª. Edición. Trillas México D.F. 643 p.  
Román de la V., C.F., H. Ramírez M. Y J.L. Treviño G. 1987. Dendrometría. UACh. Chapingo México. 267 p.

#### CONTENIDO DE EXTRAÍBLES EN LA MADERA DE PAROTA

Daniel Ramos Paraleón<sup>1</sup>, José Gpe. Rutaga Quiñones<sup>1</sup>, H. Guillermo Ochoa Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, UMSNH, Morelia, Michoacán, Méx.

d\_ramos29@yahoo.com.mx, rutaga@zeus.umich.mx

<sup>2</sup>Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, Méx.

ochoa@dmcp.uccel.udg.mx

#### Introducción

La madera de Parota (*Enterobolus cyclocarpum*) se encuentra ampliamente distribuida en México, en las vertientes del Golfo y del Océano Pacífico (Pennington, Serukhán 1968), formando parte del bosque tropical subcaducifolio y tropical caducifolio (Niembro 1990). Dicha madera es muy apreciada por el relativo fácil manejo al ser trabajada; se utiliza también como leña y elaboración de carbón y en ebanistería en general (Niembro 1990). Una propiedad que la hace también aceptable es su resistencia natural, debido en principio a su alto contenido de extraíbles, donde algunos principios activos son tóxicos a hongos e insectos. Se menciona que existe una variación en el por ciento de sustancias extraíbles en esta especie, en donde se observan dos zonas dentro del duramen (Ávila 1999), que pudiera ser la zona de transición como lo menciona Hillis (1967).

#### Objetivo

Cuantificar el contenido de sustancias extraíbles en sentido radial y longitudinal de la parota.

#### Metodología

El material utilizado se obtuvo de un árbol de parota, derribado en la localidad de "Las Lajas" del municipio de Arteaga, Michoacán, México. De este árbol se tomaron tres rodajas de estudio, la primera a 0.30m del nivel del suelo (baja), la segunda a 1.30m (media) y la última antes de la primera bifurcación (alta). La altura comercial

que presentaba el ejemplar fue de 5.0 m. En las respectivas partes transversales de las rodajas de estudio se ubicaron tres zonas: albura, transición y duramen, en los cuatro puntos cardinales, de donde se seleccionaron cubos de 4cm de espesor por 12cm de ancho por 12cm de largo. Estas muestras se molieron en un molino Willey. El análisis químico se realizó en apego a la norma TAPPI T 204 om-88, utilizando como solventes hexano (Hex), cloroformo (Clor), acetona (Ace) y etanol-agua (1:1) (E-A). El diseño estadístico fue del tipo factorial 3x3 (Montgomery 1991), empleando el programa "Statsgraphica Plus 4.0".

#### Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos en la extracción secuencial son mostrados en el cuadro 1. Estos resultados dejan de manifiesto el efecto del solvente al realizar la extracción: con hexano el mayor rendimiento fue en la albura de la parte alta (4.7%), para el caso del cloroformo se obtuvo mayor ganancia de extraíbles también en la albura pero de la parte baja (3.1%); mientras que para el caso de la acetona, el rendimiento fue mayor en el duramen de la parte alta (9.9%) y con la mezcla etanol-agua fue en la zona de transición de la parte baja del fuste (10.5%). Esta amplia variación observada se debe en gran parte al tipo de solvente empleado, donde los no polares, para este caso particular, fueron los que menor rendimiento arrojaron, con ellos se

<sup>1</sup> Secretaría de Desarrollo Rural Jalisco, gresca@jatsco.gob.mx

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria "Antonio Nariño", vrbolivia@uasam.mx

extraen generalmente los lipolíticos (Halizo lu, Holmbom 1995). La acetona y la mezcla de etanol-agua dieron mayor rendimiento, que son más polares que los anteriores, y se extraen principalmente compuestos fenólicos (Lewin, Goldstein 1991). Se observa también que la zona de transición resultó ser más rica en sustancias extraíbles, lo que concuerda con datos de la literatura (Hillis 1987), lugar donde se supone se realiza la biosíntesis de aromáticos antes de la formación de duramen (Hillis 1968, 1987).

Cuadro 1.- Contenidos de extraíbles en parota (%).

Zona	Hex	Clc	Ace	E-A
<b>BAJA</b>				
Duramen	3.4	0.9	9.0	9.0
Transición	3.4	1.1	9.4	10.5
Albura	4.2	3.1	3.4	5.9
<b>MEDIA</b>				
Duramen	3.4	0.6	9.4	4.0
Transición	3.4	0.7	9.4	5.0
Albura	3.8	1.6	3.9	4.9
<b>ALTA</b>				
Duramen	3.2	0.7	9.8	4.1
Transición	3.1	0.6	9.7	4.8
Albura	4.7	1.3	5.0	5.2

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante en análisis de varianza (Anova), para la variable de respuesta, contenido total de extraíbles los niveles de significancia calculados para los efectos de altura y zona son menores al nivel de significancia fijado (0.05), por lo que dichos factores tienen efecto sobre la cantidad total de extraíbles. Para el caso de la interacción altura-zona el anova indica que no hay efecto sobre la variable de respuesta. La prueba de rangos múltiples indica que la zona de duramen y de transición no son estadísticamente diferentes, mientras que para la altura, indica que la altura media y alta no son diferentes estadísticamente.

#### Bibliografía

Ávila Calderón LEA (1999) Efecto de los extraíbles en cuatro propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. UMSNH. Morelia, México.

Halizo lu H, Holmbom B (1995) Chemical composition of extractives from *Abies nordmanniana*. Holz Roh Werkst. 53: 273-275.

Hillis WE (1968) Chemical aspects of heartwood formation. Wood Sci. Technology 2: 241-259.

Hillis WE (1987) Heartwood and tree exudates. Springer. Berlin.

Lewin M, Goldstein IS (1991) Wood structure and composition. International Fiber Science and Technology/11.

Montgomery DC (1991) Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Niembro Rocas A (1990) Árboles y arbustos útiles de México. México. LIMUSA.

Pennington TD, Sarukhán J (1968) Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF, SAG. México.

TAPPI Test Methods (1994) TAPPI Press. (T 204 om-88). Atlanta.

#### Efecto de la Clasificación de Trocería en el Valor Comercial del Arbolado.

José Edurado Salas Campos, José Ciro Hernández Díaz

Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, de la Universidad Juárez del Estado de Durango. cberman@linux.ujed.mx

#### Introducción.

Ante la mayor apertura comercial del País, es necesario aumentar la competitividad de las empresas dedicadas al aprovechamiento forestal. Optimizar el valor de la materia prima puede contribuir a mejorar la productividad y a reducir los costos de producción.

#### Objetivos.

En este trabajo se analiza la importancia que tiene clasificar la trocería antes de elaborarla, ya que con ello se puede aumentar el valor comercial de los árboles aprovechados, en beneficio de los dueños del bosque y del pello de almacenamiento y/o del aserradero.

#### Materiales y métodos.

En una muestra de 350 árboles, se comparó el valor comercial de las trozas que elaboraron los motosierristas (sin clasificar) contra el valor de las trozas que se hubieran podido elaborar obteniendo de ellas la máxima calidad posible (clasificándolas antes de elaborárlas). Esta muestra se distribuyó en siete áreas de corta, donde se aplicaron diversos tratamientos establecidos en el Método de Desarrollo Silvícola, incluyendo segundo aclareo, tercer aclareo, corta de liberación y corta de regeneración, que se aplicaron en diferentes predios de las ex Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal No. 6 "El Salto"; No. 8 "Regocijo" y No. 9 "La Flor", del Estado de Durango.

La comparación se hizo con base en una tabla de precios proyectados al año 2003, para trocería clasificada.

#### Resultados y discusión.

Los resultados indican que un motosierrista capacitado y motivado pudo haber incrementado en \$57.53 (valor

corriente al mes de abril de 2003) el valor por árbol, lo que representa un 8.88 % del valor comercial de la trocería, clasificándola según las normas propuestas en este estudio, en comparación con la trocería que comúnmente elaboran los motosierristas sin tomar en cuenta dichas normas de clasificación.

Ese ingreso adicional significa que si una empresa forestal cuenta con un motosierrista capacitado en clasificación y que elabore 60 árboles por día, puede aumentar el valor comercial de la trocería elaborada en \$3,451.80 diarios. Con esta cantidad el empresario podría cubrir diversos gastos, como por ejemplo el salario de más de 30 obreros forestales (inclusive con pago a destajo) además del salario del propio motosierrista. Y, dado que en algunas empresas trabajan varios motosierristas, el impacto en el "ingreso adicional" puede ser considerablemente mayor.

#### Conclusiones y recomendaciones.

Existe un impacto significativo favorable en el valor comercial promedio de la trocería, derivado de clasificarla oportunamente durante el aprovechamiento del arbolado. Por lo tanto, se recomienda que se adopten normas de clasificación de trocería, adecuando las que se llegaron a utilizar en la década de los años setentas, y que al motosierrista se le incluya en su actual pago a destajo un incentivo económico, para motivarlo a que obtenga la mayor calidad posible de trocería derivada de cada árbol que derribe.

#### Referencias.

SALAS CAMPOS, J. E. 2003. Efecto de la Clasificación de Trocería en el Valor Comercial del Arbolado. Tesis de licenciatura; Escuela de Ciencias Forestales de la UJED. Mayo de 2003.

Trabajo de tesis profesional del primer autor. Escuela de Ciencias Forestales de la UJED. Asesor del trabajo de tesis: Investigador de Tiempo Completo en el SIMA-UJED.

## EL USO DE MADERA EN LA PRODUCCIÓN DE PAPEL

Juana Huerta - Crespo  
Matehuac@aol.com  
Arel Santamaría - Zambrano  
Arel1014@hotmail.com  
Universidad Autónoma Chapingo

### Introducción

El papel ha sido el más importante medio para ejercer comunicación e intercambio del conocimiento científico, cultural, artístico, histórico y político entre los pueblos del mundo a través del tiempo y del espacio y que mediante la escritura que se llevó a cabo sobre varios soportes como: piedra, arcilla, pergamino, papiro, placas de madera cubierta con yeso hasta que se llegó al papel que hoy conocemos.

Estos materiales han permitido trasladar y conservar signos que representan palabras, es decir, los sonidos de una lengua (André, 1990) y fue a partir de que en el siglo II los chinos inventaron el papel utilizando las famosas fibras de lino y de cáñamo, cuando se reconoció que el mejor material para este fin, debía ser el que tuviera mayor cantidad de células largas, experiencia que ha servido para atender en papel la demanda que requiere esta creciente población, por lo que es necesario se cubra con especies abundantes en fibra y es precisamente la madera proveniente de plantaciones y de bosques de coníferas, la mejor materia prima que satisfará dicha demanda porque procede de un recurso natural, versátil y sustentable.

### Objetivos

- Señalar las características tecnológicas básicas que debe tener la madera que se destine a la industria papelera.  
- Dar a conocer los índices de calidad de las fibras de madera que califican a la pulpa para producir papel.

### Materiales y métodos

Se recabó información bibliográfica (Avalos, 1996; Cabrera, 1992; Huerta, 1998; Luna, 1983) y se realizó amplio trabajo de campo. Se compilaron las dimensiones de las fibras de 20 maderas de latifoliadas y se determinaron los respectivos índices de calidad de sus pulpas.

### Resultados y Discusión.

Las maderas estudiadas muestran fibras cortas, con paredes delgadas con índices de calidad de las pulpas producidas calificadas de: excelentes, muy buenas y buenas para producir papel.

Aún cuando muchos materiales se han empleado para producir papel como: fibras de amate, coco, varios pastos y de la abundante caña de azúcar, la mayor cantidad de fibra (60-95%) se encuentra en la madera y por lo tanto, se ha generalizado el uso de este idóneo material para fabricar tan valioso producto, utilizando para ello, la madera de pinos, oyameles, algunos encinos y más recientemente los discutibles eucaliptos, entre otros.

Por esta razón, la creciente demanda de materia prima para satisfacer las necesidades de la industria papelera, ha obligado a todo el mundo forestal a destinar grandes superficies de bosque natural y/o artificial para este fin.

A pesar de los grandes esfuerzos dedicados a esta área productiva, el déficit en pasta para papel, sigue siendo revelador pues la FAO (1999) indica que México consume 887 millones de m<sup>3</sup> de madera y sólo produce 511 m<sup>3</sup>.

Ahora bien, no todas las maderas son útiles para elaborar papel, es menester seleccionar a aquellas que sean jóvenes provenientes de plantaciones, que tengan alrededor de 8 años de vida, que presenten colores claros, densidad básica 0.3 - 0.5 gr/cm<sup>3</sup>, anillos de crecimiento con grosores semejantes, bajo porcentaje de madera tardía, y escasos canales resiníferos; latifoliadas con células dispersas (vasos, fibras, y células parenquimatosas), con pocas inclusiones coloreadas y con fibras que presenten una relación de Funkel de 0.25 - 0.99 (grosor de las paredes de las fibras entre el diámetro del lumen) esta última característica conlleva la anatomía de las fibras y sus respectivas relaciones, ya que representa un fácil y fundamental indicador de la calidad de la pulpa producida en cada madera.

Así mismo, es indispensable tomar en cuenta los básicos caracteres tecnológicos puesto que, cada uno contiene en mayor o menor grado significativas repercusiones en el tiempo del proceso de fabricación, a la vez que en la cantidad de químicos utilizados. Así cuando no se consideran caracteres importantes como puede ser: el empleo de maderas coloreadas o con densidades mayores (0.65-0.8 gr/cm<sup>3</sup>) como ocurre con algunos eucaliptos o encinos quienes tienen paredes gruesas, se ha observado que la impregnación y el proceso de blanqueo de las fibras llevan más tiempo. Esto, es tan importante por que se dificulta la mayor eliminación de lignina y la dispersión de las fibrillas de la celulosa tan necesaria para elevar la superficie de contacto, lo que favorece el entrelazado de los elementos de la madera.

### Conclusiones y Recomendaciones

Las maderas estudiadas son de color claro, presentan densidades básicas intermedias y son aptas para papel.

Se califican como de calidad excelente: *Betula mexicana*, *Phitecellobium leucocalla*, *Schizolobium parryatum* y *Sporobolus mombin*.

Todas las maderas provienen de bosques tropicales y subtropicales y se encuentran mezcladas en sus originarias comunidades. Conocer la anatomía de las maderas idóneas para lograr con éxito el papel que se requiera producir y que se incorporen de inmediato a la producción de papel tanto en forma individual, en grupo o mezcladas con coníferas.

Urge ampliar su área de distribución repoblando sus zonas y/o realizando plantaciones.

### Bibliografía citada

André, B., 1990 La invención de la escritura. 2da. Ed. S.M. 71 p. Madrid.  
Avalos-Rodríguez, M. A. Y J. T. Martínez Trinidad. 1996. Anatomía descriptiva de algunas características tecnológicas de la madera de *Dendropanax arboreus* de Campeche. Tesis de Lic. Univ. Aut. Chapingo. 69 p. México.  
Cabrera Guerrero, M. C., 1992. Características tecnológicas de diez maderas tropicales de Chiapas. Seminario de Lic. Univ. Aut. Chapingo. 75 p. México.  
FAO. 1999. Situación de los bosques del mundo. 154 p. Roma.  
Huerta-Crespo, J. 1998. Índices de calidad de las pulpas de diez latifoliadas

michoacanas. Univ. Aut. Chapingo. Se presentó en el II Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales. Morelia, Méx.  
Luna Olguín, T. 1983. Determinación de los índices de calidad de las pulpas de 29 maderas tropicales de Chiapas. Tesis de Lic. Univ. Nac. Aut. de México. 53 p. México.



## EVALUACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO EN ACEITES ESENCIALES DE ORÉGANO DE LA REGIÓN NORTE DE JALISCO

P. Miguel Martínez Domínguez  
permiguel\_9@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

El orégano es un recurso forestal no maderable que se desarrolla en las zonas áridas y semiáridas de México. Existen muchas especies conocidas como orégano, pero la más importante comercialmente es *Lippia graveolens* Kunth sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer, dado que el 90% de la producción nacional se sustenta en esta especie (Martínez, 1990 y 1994). En la actualidad a esta planta se le utiliza para condimentar alimentos, en la industria de los cosméticos, fármacos y licores y, se ha convertido en un producto eminentemente de exportación, ya que más del 90%, de la producción nacional se destina a ello. De las hojas se extrae un aceite esencial, cuyos componentes químicos principales son: Carvacrol, Timol y Cimeno; éstos le dan al orégano propiedades anticépticas, tónicas, expectorantes, diuréticas, entre otras. Por ende, se consideró importante realizar el presente estudio con el objeto de generar información clave de donde se ubican las áreas oreganeras de interés para apoyar un proyecto de industrialización del orégano y dar respuesta a las interrogantes del Qué, Cuánto y Dónde existe el orégano con las características deseadas para la producción de aceites esenciales.

### OBJETIVOS

Evaluar el aceite esencial del orégano de la Región Norte de Jalisco.

Clasificar las áreas oreganeras en base a su rendimiento de aceites esenciales.

### MATERIALES

Se utilizaron 112 muestras de hoja de orégano de la Región Norte de Jalisco, las cuales fueron colectadas con base en un muestreo. Para el trabajo de campo, se apoyó en el uso de GPS para tomar la coordenadas geográficas de los sitios de muestreo. Clinómetro para determinar pendientes, altímetro para estimar la altitud, cartografía del INEGI para corroborar los tipos de suelo y vegetación, equipo para la extracción del aceite esencial de las muestras de orégano. En cuanto a resultados de investigación sobre orégano, se consultaron estudios sobre evaluación y caracterización ecológica (Martínez, 1994 y 1996), sobre caracterización de la densidad de orégano (Martínez, 1991 y 1996).

### MÉTODOS

Se realizó un muestreo estratificado aleatorio para compilar los datos ecológicos en torno a las áreas oreganeras de la Región de estudio. Mediante el muestreo, se colectaron 112 muestras de hoja de orégano, y en torno a los sitios de muestreo, se compilaron datos ecológicos como: altitud, exposición, tipos de suelo y vegetación que se asocian con el orégano. A todas las muestras, se les determinó el rendimiento en producción de aceites y, con los datos de los resultados del rendimiento de aceites de cada muestra, se sometieron a un análisis de correlación múltiple junto con los datos obtenidos de campo, esto fue con el objeto de determinar a los factores que influyen en el contenido de

aceites. Con los datos de los factores indicadores del rendimiento de aceites, los cuales resultaron ser la altitud y los tipos de vegetación asociados con el orégano, se generó un modelo lineal para estimar el rendimiento de aceite esencial de orégano, el cual se presenta a continuación

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, consisten en un modelo lineal que permite estimar el rendimiento de aceites conjugando las variables del entorno ambiental del orégano:  $REACES = -0.791854 + 0.003190 (\text{Altitud}) - 0.030082 (\text{Tveg})$   
REACES = Rendimiento de aceite esencial (Litros de aceite por Tonelada de hoja seca).

Tveg. = Tipos de vegetación:

- 1 Matorral Inerme (MI)
- 2 Matorral con Encino u otro tipo de vegetación (Ms FBLO).
- 3 Matorral Subinerme (Ms)
- 4 Matorral con Erosión Hídrica (Ms Ehm) (Ms Ehl).
- 5 Matorral Subinerme con Nopalera (Ms No)
- 7 Matorral Subinerme con Pasto Natural y Nopalera (Ms Pn No)
- 8 Matorral con Cardonal (Ms Pn Ca), (Ms No Ca)

Con el modelo, fue posible realizar los cálculos del rendimiento de aceite para cada rodal previamente delimitado, considerando su área, densidad de población de orégano, altitud promedio y tipos de vegetación con que se asocia. En esta forma, se estimó que la superficie con orégano es de 295,700 hectáreas, con un potencial de 12,374 toneladas de hoja seca y una posible producción de 487,725 litros de aceite esencial. En torno al rendimiento del aceite, también se tiene determinado donde se ubican las áreas oreganeras de interés (mapa de distribución) clasificadas en rangos de producción y

de esta manera, se está en posibilidad de apoyar al proyecto de industrialización del orégano.

### CONCLUSIONES

- 1).- Se encontró que existe variación en rendimientos de aceites, esto debido a las condiciones ecológicas y a la existencia de dos variedades dentro de la misma especie de orégano.
- 2).- Se clasificó a las áreas con orégano en seis categorías ó rangos de producción de aceite esencial de orégano para fines de manejo.
- 3).- Se logró estimar la superficie con orégano, la posibilidad de producción en toneladas de hoja seca y el potencial productivo de aceites esenciales.
- 4).- Se elaboró un mapa de la Región Norte de Jalisco, con la ubicación de las áreas oreganeras clasificadas en rangos de producción de aceite.

### BIBLIOGRAFÍA

- MARTÍNEZ, D., M. 1990. Detección y evaluación del orégano *Lippia berlandieri* Schauer en las zonas del norte de Jalisco y sur oeste de Zacatecas. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, México. 145 p.
- MARTÍNEZ, D., M. 1994. El manejo técnico del orégano *Lippia berlandieri* Schauer en Jalisco. Folleto Técnico No 4. INIFAP. SARH. Guadalajara, Jal. 16 p.
- MARTÍNEZ, D., M. 1996. Caracterización y evaluación del orégano *Lippia berlandieri* Schauer para su aprovechamiento en el norte de Jalisco. Folleto Técnico No 2. INIFAP. SAGAR, Guadalajara, Jal. 24 p.

## EVALUACION DEL SECADO DE MADERA ASERRADA DE ENCINO EN SECADOR EXPERIMENTAL

Quintanar O., J. y Jacinto V., G.  
Campo Experimental San Martinito - INIFAP  
cesmar@compu-redes.net.mx

### INTRODUCCIÓN

En México, el encino se utiliza para la elaboración de productos que requieren poca transformación, pues se desconoce la manera de aprovecharlo, además, los estudios que se han realizado en encinos no incluyen toda la caracterización tecnológica (propiedades físico-mecánicas, características anatómicas, aserrio, secado, maquinado), lo que dificulta su aprovechamiento.

En el proceso de producción de la madera aserrada, el secado es una etapa muy importante, pues es la que más tiempo y energía emplea, además, de su buen desempeño depende el que la madera se encuentre en condiciones óptimas en el momento de ser usada.

Las estufas experimentales, son equipos que reproducen las condiciones de operación de una estufa de tamaño comercial, de tal manera que el tiempo de secado total encontrado, sólo es menor por el efecto que tiene el tiempo de calentamiento y enfriamiento de la cámara, y sin embargo, al realizar pruebas en tales estufas el volumen de madera no es un factor limitante para determinar el número de repeticiones, más bien es la duración de cada una de ellas.

### OBJETIVO

Evaluar el secado de madera aserrada de *Quercus rugosa* y *Quercus crassifolia*, utilizando el programa

Especial modificado desarrollado en el INIFAP.

### MATERIALES Y METODOS

Para material de estudio se aprovechó la madera que se obtuvo de experimentos realizados sobre aserrio. Se aplicó un preservador hidrosoluble (Biotox) mediante inmersión corta para prevenir el ataque de hongos. En las muestras de secado, se evitó presencia de nudos, médula, pudriciones internas y corteza incluida. Las probetas de ensayo se cortaron a 30 cm de los extremos de la tabla. Cada probeta fue de 40 cm (16") de largo. A cada probeta se le cortó en ambos extremos una muestra de 2.54 cm (1") de largo y del ancho de la tabla, que sirvieron como secciones de humedad. La dimensión final de la probeta fue de 35 cm (14") de largo.

El estudio se realizó en una estufa experimental marca Sapratin con calentamiento por generación de vapor a base de resistencias eléctricas, circulación de aire forzada en un solo sentido y ventilación manual; con una capacidad de 0.012 m<sup>3</sup> (5.4 pt).

Se utilizaron separadores de 1.3 cm (1/2") de grosor, aplicando el programa Especial modificado desarrollado en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Para calcular el C.H. se usó el método de pesadas. El control del proceso de secado, se realizó por el seguimiento de la pérdida de humedad, mediante el uso

del método de pesadas sucesivas de las piezas.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de tiempo de secado total y para las distintas etapas, con las dos especies de encino se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Duración del secado por etapas, con el programa Especial modificado en cargas con una sola especie.

ETAPA	<i>Q. rugosa</i>	<i>Q. rugosa</i>	<i>Quercus crassifolia</i>
1	8	19	28
2	47	49	33
3	28.5	26	17
4	24	27	30
5	42.5	24	7
6	24	26	28
7	47.5	28	17
8	24.5	18.5	7.5
TOTAL	246	217.5	157.5

El encino blanco es más difícil de secar que el encino rojo por presentar mayores contenidos celulares (De la Paz, 1982; De la Paz, 1985), característica que lo hace ser impermeable. El tener una densidad básica más alta que el encino rojo (Quintanar, 2002) hace que su contenido de humedad inicial sea menor que el del encino rojo, pero que necesite más tiempo para perder un tanto por ciento de contenido de humedad. Como se pudo constatar en el presente estudio, donde por lo general, la duración de las etapas para el secado de encino rojo fueron menores, lo que concuerda, además, con los resultados de Béjar (1983), y Avila (1985).

### CONCLUSIONES

El tiempo total de secado para el encino rojo es 74.25 horas menor que el

promedio de encino blanco, utilizando el mismo programa.

Los resultados obtenidos en el presente estudio deben interpretarse como índices de secado de madera de encino.

### BIBLIOGRAFIA

Alvarez N., J. I. y Fernández-Golfín S., 1992. Fundamentos teóricos del secado de la madera. Colección: Monografías INIA, Num. 82. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España, 193 p.

Avila S., C.G. 1985. Secado en Estufa de la Madera Aserrada de mezclas de encinos rojos y blancos. II Seminario Nacional Sobre Utilización de Encinos. Publicación Especial Num. 49. INIF-SARH. México, D.F. pp. 218-228.

Béjar M., G. 1983. Secado de la madera aserrada de encino. Ciencia Forestal 8(42): 37-63.

De La Paz P.O., C. 1982. Estructura anatómica de 5 especies del género *Quercus*. Bol. Téc. Ins. Nac. Invest. For. No. 88. México, D.F. 63 p.

———. 1985. Características anatómicas de siete especies del género *Quercus*. Bol. Téc. Ins. Nac. Invest. For. No. 123. México, D.F. 70 p.

Quintanar O., J. (Editor). 2002. Características, propiedades y procesos de transformación de la madera de los encinos de México. INIFAP -CIRCE-C, E. San Martinito. Tlahuapan, Pue. Libro Técnico No. 2. 195 p.

## INDICADORES DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Pedro Juárez Tapia, Francisco Javier Compeán Guzmán, Roberto Armendáriz Olivas, Hector Rubio Arias, Javier Hernández Salas, Miguel Cano Rodríguez.  
INIFAP-CIRNOO-Campo Exp. Campana-Madera, Av. Homero  
No. 3744, Fracc. El vergel, C.P. 31100, Chih., Chih., Méx.  
juarezpt@chihmex.com

**INTRODUCCIÓN.-** El presente estudio forma parte de una de las líneas de investigación que componen el proyecto general sobre "Diagnóstico de la industria de aserrío, para la reconversión de proceso y equipos en el estado de Chihuahua", en el que los agentes económicos del sector forestal, integrado por productores, industriales, técnicos e instituciones gubernamentales, han coincidido en la necesidad y factibilidad de realizar un plan de ordenamiento de la industria. El estudio contempla la eficiencia económica del proceso de aserrío mediante el análisis de los indicadores de costos, con el fin de detectar la estructura porcentual de los mismos en cada actividad de la rama industrial y, de esta manera, contar con un instrumento para emitir conclusiones que pueda servir para la orientación y toma de decisiones y la definición de propuestas de acción, tanto de los productores como del Gobierno.

**OBJETIVO.-** Determinar y analizar la estructura de costos de producción en la obtención de madera aserrada, para determinar la eficiencia económica, márgenes de utilidad y rentabilidad, que se presentan en la industria de aserrío.

**REVISIÓN DE LITERATURA.-** El conocimiento y la información respecto a los costos es fundamental y necesario para poder formular estrategias de toma de decisiones (Lönnstedt, 1993). Por ejemplo, Canadá es uno de los principales productores de madera a nivel mundial, y su producción supera ampliamente sus necesidades y requerimientos internos, por lo que parte de su estrategia fue una reducción de costos (Cameron, 2002). En el caso especial de la República de Chile, en el período de 1970 a 1990 las exportaciones forestales crecieron de 41.7 millones de dólares hasta 855.3 millones de dólares (Castilleja, 2000) hasta que la industria forestal alcanzó un 10% del total de las exportaciones de ese país, que significan un 2% del comercio forestal a nivel mundial (Gardner y Eastin, 2002) y donde, para poder ser

competitivo, tuvo que establecer una estrategia de costos bajos.

Fundamentalmente, los campos dentro de los cuales los costos unitarios de producción juegan un papel esencial son: En el área de ventas, en el área de la producción y en áreas externas a la propia empresa; prácticamente están ligadas con su desarrollo a través de diversos organismos y mediante ciertas disposiciones regulatorias (Lozano, s/f).

La marcha de los acontecimientos señala una reducción futura en los coeficientes de beneficio en las diversas ramas industriales, siendo de suma importancia el control sobre los costos, teniendo en cuenta los volúmenes de producción, que influirán decididamente en la fijación de precios, los presupuestos, como instrumentos de control, tienen una marcada importancia en el desarrollo y planeación del mejoramiento industrial (Reyes, 1977).

El análisis económico visto únicamente desde el punto de vista financiero, tiende a buscar la maximización de las utilidades, por lo tanto tendremos que maximizar los ingresos y minimizar costos (Murillo, 1985).

**MATERIALES Y MÉTODOS.-** Se integró el padrón actualizado de los aserraderos del Estado con información que incluye nombre o razón social, dueño o permisionario, ubicación, capacidad instalada, tipo de propiedad, y tipo de aserradero.

De acuerdo con este padrón, para la realización del estudio denominado Indicadores de Costos de Producción de Madera Aserrada, se dividió el Estado en tres regiones forestalmente importantes, Norte, Centro y Sur, donde se visitaron y encuestaron 14 empresas forestales, mediante un muestreo dirigido y considerando tanto ejidales como particulares con diferentes grados de tecnología, formas de administración y capacidades de producción (aserraderos medianos y chicos) que permitió conocer y contrastar las variaciones que existen en cuanto a los costos en la producción de madera, así como de los márgenes de utilidad que se

presentaron con base en sus costos en general y en función de sus características específicas, se utilizó la técnica denominada contabilidad de costos, que es un procedimiento que consiste en registrar y analizar los gastos de un negocio, considerando todos sus elementos, tales como materia prima, mano de obra y gastos generales, desglosados en costos variables y costos fijos.

La estructura de los indicadores de costos y el diseño de los formatos, se hizo considerando la descripción de los elementos establecida por Reyes (1977), aplicados en campo y posteriormente se organizó y procesó la información de donde se obtuvo una estructura porcentual de los conceptos de costo, se determinó el costo unitario (\$/m<sup>3</sup>), los precios de venta promedio, los volúmenes de producción, así como la utilidad y rentabilidad de los diferentes aserraderos.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-** Se analizaron los costos de producción de 14 aserraderos típicos en las regiones norte, centro y sur del Estado, se compararon empresas por tipo de tenencia (particulares contra ejidales) y por capacidad instalada. La integración del padrón de aserraderos mostró un total de 335 aserraderos operando en el Estado que representan una capacidad instalada de 7,530 m<sup>3</sup>/año (3191,000 pft/año), aproximadamente 1581,300 m<sup>3</sup>/año, de los cuales: 10% operan en la región norte, 49% en la centro y 41% en la sur. De acuerdo a la variable tenencia, se tiene que el 78% son particulares y el 22% son ejidales. Respecto a la capacidad instalada el 23% fueron clasificados como chicos, 68% como medianos y 9% como grandes. Para los aserraderos particulares haciendo referencia a los costos totales de producción, la materia prima representa el 86.5%, la mano de obra directa el 5.5%, los gastos de fabricación 2%, de impuestos y cuotas 1%, mano de obra indirecta 3% y otros gastos 2%. En el caso de aserraderos ejidales los porcentajes mostraron que 72.6% es para materia prima, 7.3 para mano de obra directa, 4.6% para gastos de fabricación, 9.7% para mano de obra indirecta y 5.6% en otros gastos (ver gráficas).



Se determinó que la materia prima representa desde el 62% hasta el 86% del costo total del

producto aserrado. Por tanto, la materia prima es un parámetro clave del éxito o fracaso económico del aserradero.

El principal problema y mayor gasto en la industria forestal es el flete, afectado directamente por escasa infraestructura vial y las malas condiciones de la misma.

El costo destinado a la red caminera o conservación de los mismos es mínimo. Se detectó que se requiere un mayor control por parte de las autoridades en lo que se refiere al pago de derecho de monte, fondo común o servicios complementarios esto de acuerdo a los productos que se aprovechan, ya que en la actualidad es muy fácil manejar trozas de buena calidad a precios inferiores a lo mercado oficialmente; implica además al productor dejar de ganar dinero al vender baratas las trozas de calidad superior.

En general existe un gran descontrol administrativo principalmente en las empresas del sector social con relación a los gastos, producción, abastecimiento, etc.

**CONCLUSIONES.-** Se concluye que las principales acciones a tomar en la búsqueda de una mejor rentabilidad o eficiencia económica de los aserraderos, son: a) El rendimiento de la materia prima, b) comercialización, c) productividad y d) costos operacionales.

### LITERATURA CITADA.-

- Cameron, D.R. 2002. Forest and forest products research in Canada. <http://www.iau.org/forestry/S330ex/S332e08.htm>
- Castilleja, G. 2000. Changing trends in forestry policy in Latin America: Chile, Nicaragua and Mexico. <http://www.iau.org/forestry/S330ex/S332e07.htm#cas00a302>
- Gardner, S.L., y Eastin, J.L. 2002. Chile's forest products industry: A country profile. CINTRAFOR, Chile.
- Lönnstedt, L.1993. Financial consequences of the Swedish forest policy. Scandinavian Journal of Forest Research 8:134-143.
- Lozano, P., J. L., s/f. "Contabilidad Internacional" Colaboración exclusiva para CPwara - Derechos reservados por: CPwara, Instituto de Desarrollo Científico, S.A. de C.V. Correo electrónico: [webmaster@cpwara.com](mailto:webmaster@cpwara.com); URL: <http://www.cpwara.com>; Tel. 91 (W) 6150879 y 6134769. [lozanojl@telecom.com](mailto:lozanojl@telecom.com).

Murillo O, O.1985. La economía en la Silvicultura. Reunión Nacional sobre Economía Forestal. Pub. Esp. No.47, INIF, SARH, 228-243 p.

Reyes, P. E. 1977. Contabilidad de Costos. 2ª Ed. México. Limusa 185 p.

## ÍNDICES DE CALIDAD DE PULPA PARA PAPEL DE MADERAS DE LA REGIÓN DE MORELIA

Yiza Vázquez Gaviña, Ma. Trinidad Ochoa Álvarez, Lydia I. Guridi Gómez  
José Gpe. Rutiaga Oulñones

Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, UMSNH, Morelia, Michoacán, Méx.  
guridi@zeus.umich.mx, rutlaga@zeus.umich.mx

### Introducción

Las propiedades físicas y mecánicas de una hoja de papel dependen de las características estructurales de los materiales fibrosos que la componen; las principales características son la longitud y el espesor de la fibra o traqueada (Smock 1992). Aunque las características morfológicas de los materiales fibrosos que componen una hoja de papel no son los únicos factores que influyen y determinan la calidad de la hoja de papel, si es necesario conocerlas, y en este sentido se han buscado índices que ayuden a clasificar dichos materiales, explicando su comportamiento al formarse el papel. Concretamente se trata de cuatro relaciones, conocidas como índices de calidad de pulpa para papel (Dadswell *et al.* 1959, Tomoleng y Wangaard 1961, Wangaard 1962): Coeficiente de Rigidez (C. R., relaciona el espesor de la pared con el diámetro de la fibra), Coeficiente de Flexibilidad (C. F., relaciona el diámetro del lumen con el diámetro de la fibra), Coeficiente de Esbeltez (C. E., relaciona la longitud con el diámetro de la fibra) y Relación de Runkel (R. R., relaciona el espesor de la pared con la amplitud del lumen).

### Objetivos

Determinar los índices de calidad de pulpa para papel de 98 especies forestales de la región de Morelia, Michoacán. Seleccionar y agrupar las especies estudiadas, de acuerdo con la Relación de Runkel.

### Metodología

Para la elaboración del presente trabajo se tomaron los valores promedio de longitud de traqueidas o fibras, de su diámetro, del diámetro de su lumen y del espesor de su pared celular de 84 maderas de latifoliadas y de 14 coníferas de la región de Morelia, reportadas por diferentes autores. En aquellos casos en los que la medida del diámetro del lumen no estaba incluida, se determinó estableciendo la diferencia entre el diámetro de la fibra o traqueada y el grosor de su pared celular, éste último multiplicado por dos. Con los datos

medibles promedio de longitud de fibra o traqueada, de diámetro, de diámetro de lumen y de espesor de pared celular, se determinaron los índices de calidad de pulpa para papel, de acuerdo con las siguientes relaciones (Dadswell *et al.* 1959, Tomoleng y Wangaard 1961, Wangaard 1962):

$$\begin{aligned} C. R. &= 2w/D \\ C. F. &= l/D \\ C. E. &= L/D \\ R. R. &= 2w/l \end{aligned}$$

La clasificación de los índices de calidad de pulpa para papel se realizó de acuerdo a la clasificación de Runkel presentada por Petroff y Nordmand (1968) y por Porres y Valladares (1979), citadas por Fuentes (1987).

### Resultados y Discusión

Los resultados de la clasificación de acuerdo a la Relación de Runkel se presentan en las figuras 1 y 2, para las maderas de latifoliadas y para las coníferas, respectivamente. En dichas figuras se observa claramente que en el grupo de las latifoliadas la mayoría de ellas se incluyen dentro de la clasificación de buena, mientras que para el caso de las coníferas, la mayoría se clasifican con el grado de muy buena para papel.

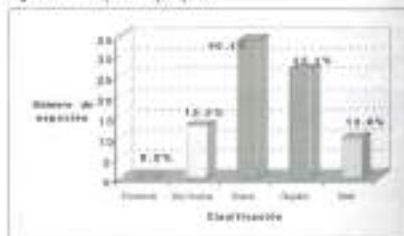


Fig. 1.- Clasificación de las 84 especies de latifoliadas, de acuerdo a la Relación de Runkel.

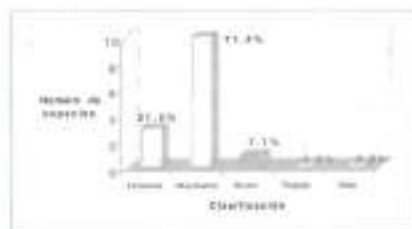


Fig. 2.- Clasificación de las maderas de coníferas, de acuerdo con la Relación de Runkel.

Una comparación de los índices de calidad de pulpa obtenidos en este trabajo, con los reportados por otros autores resulta difícil realizarla, pues existe diferencia de criterios en la literatura consultada en relación a las características mensurables de las fibras y/o traqueadas, además es también de tomarse en cuenta que existe variación en las dimensiones de sus elementos estructurales e incluso dentro de un mismo individuo (Esau 1976). Así por ejemplo, Tamarit (1996), también en base a una revisión bibliográfica sobre las dimensiones de fibras calcula los índices de calidad de pulpa y reporta para *Quercus resinosa* un grado de regular, y en este trabajo se clasifica a la misma madera con grado de mala para papel. Sin embargo este mismo autor reporta para la especie de *Fraxinus ulmifolia* una clasificación de muy buena para papel, lo que coincide con lo encontrado en el presente trabajo.

### Bibliografía

- Dadswell HE, Watson AJ, Nichols JW (1959) What are the properties required by the paper industry in the trees of the future?. Tappi 42(7): 521-526.  
Esau K (1976) Anatomía vegetal. Ed. Omega, Barcelona.  
Fuentes-Salinas M (1987) Efecto de la digestión en los índices de calidad de pulpa para papel de la madera de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.  
Smock GA (1992) Handbook for Pulp and Paper Technologists. 2nd Edition. Angus Wilde Publications. Vancouver, Bellingham.  
Tamarit-Urías JC (1996) Determinación de los índices de calidad de pulpas para papel de 132 maderas de latifoliadas. Madera y Bosques 2(2): 29-41.  
Tomoleng FN, Wangaard FF (1961) Relationships Between Hardwood Fiber

Characteristics and Pulp-Sheet Properties. Tappi 44(3): 201-216.  
Wangaard FF (1962) Contributions of Hardwoods Fibers to the Properties of Kraft Pulps. Tappi 45(7): 548-556.

## MÓDULO DE RUPTURA DE TABLEROS DE PARTÍCULAS DE MADERA

Javier Ramón Sotomayor Castellanos  
José Cruz de León<sup>1</sup>

### Introducción

Los Tableros de Partículas de Madera (TPM), es el término genérico para paneles manufacturados a partir de material ligno-celulósico, combinado con una resina sintética y fraguado con presión y temperatura (ASTM D-1554, 2000). Los TPM encuentran aplicación como productos aislantes y de armado en la industria de la construcción y como paneles en la fabricación de muebles (FPL, 1999). Para su empleo práctico, los TPM requieren de propiedades técnicas específicas, por ejemplo la densidad utilizada como índice de calidad y el Módulo de Ruptura (MOR) que representa la máxima resistencia del material y es empleado en diseño de productos y estructuras.

Para mantener a los TPM en el mercado como un producto comercialmente competitivo, es necesario determinar su resistencia mecánica y sus propiedades tecnológicas con el propósito de proporcionar al usuario del material las propiedades de calidad que identifiquen la aptitud de los TPM para usos apropiados.

### Materiales y Métodos

El material para ensayo proviene de una muestra de diez Tableros de Partículas de Madera con dimensiones comerciales de 2440 x 1220 x 16.6 mm, extraídos al azar de la línea de producción de una fábrica de TPM en

el Estado de Michoacán. Los paneles fueron elaborados con una mezcla de especies de madera de *Pinus spp.*, *Abies spp.* y *Quercus spp.*, procedentes de las áreas boscosas de los estados de Michoacán y México. En su fabricación, fue utilizada resina de Urea-Formaldehído. De la muestra se seleccionaron dos tableros y en cada uno se recortaron 16 probetas, ocho de ellas en la dirección paralela y otras ocho en la dirección transversal, ambas respecto al sentido de la línea de producción. Las dimensiones de las probetas fueron de 1220 x 100 x 16.5 mm. Su peso promedio fue de 1.5 kg, para un contenido de humedad de 7 %.

Las probetas fueron solicitadas en una máquina universal para ensayos mecánicos en flexión estática en tres puntos hasta la ruptura, con tres diferentes portadas de ensayo: 12 probetas de 1000 mm, 12 de 750 mm y 16 de 500 mm. La velocidad de sollicitación fue de 333, 250 y 200 MPa/min respectivamente.

### Resultados

Tabla 1. Módulo de Ruptura (MOR) según diferentes portadas.

	— (MPa)	C.V. (%)	Portada (mm)
MOR	13.17	8.8	1000
MOR	8.38	11	750
MOR	8.46	7.5	500

La Tabla 1, presenta los resultados estadísticos experimentales. El valor promedio de la densidad de la muestra fue de 0.726 gr/cm<sup>3</sup>, y su coeficiente de variación (C.V.), fue de 1.4 %. El C.V. del MOR varía entre 7.5 y 11 % (Tabla 1). Estos resultados son aceptables en investigación con materiales de madera (McNatt, 1973), que sólo explican la variabilidad de la densidad y del MOR al interior de la muestra de probetas ensayadas. Para identificar un valor representativo en condiciones de producción industrial, es necesario proceder a un muestreo continuo y un diseño experimental apropiado.

En un test de flexión estática, donde la distribución del esfuerzo de flexión es máximo en las superficies del tablero, el perfil de densidad en la dirección perpendicular al plano del tablero es un factor que influye de manera importante en la evaluación del MOR (Kelly, 1977).

Por otra parte, el MOR calculado a partir de la carga máxima a la ruptura en un ensayo de flexión, es la expresión de la respuesta integral de las características estructurales del tablero y de las cualidades de cohesión de la totalidad de la probeta. Además, la deformación es el resultado de la combinación de los esfuerzos de compresión, tensión y cortante, presentes en la zona plástica del proceso carga-deformación.

Estos argumentos sugieren que la probeta que representa la mayor cantidad de material (TPM), es decir la probeta con portada de 1000 mm, proporciona mayores valores de resistencia a la ruptura en comparación a los de probetas de portada más corta, donde la intensidad de los esfuerzos presentes por unidad de materia es proporcionalmente más intensa.

Este razonamiento explica los resultados superiores de la media muestral ( $\mu$ ) del MOR para la portada más larga (1000 mm), en comparación para las portadas de 750 y 500 mm. (Tabla 1).

### Conclusiones

La muestra industrial de TPM estudiada, califica como Tableros de Media Densidad, de acuerdo a la Estándar ANSI A208.1 (ANSI, 1993). La influencia del esfuerzo cortante introducido por el momento de flexión en el ensayo puede explicar la variación del MOR según la longitud de la portada de ensayo en flexión tres puntos.

### Referencias

- American National Standard Institute. 1993. ANSI A208.1-1993. Particleboard. CPA. Washington, D.C. U.S.A.
- American Society for Testing and Materials. 2000. Annual Book of ASTM Standards. Section Four: Construction, Volume 04.10, Wood. U.S.A. 707 p.
- Forest Products Laboratory. 1999. Wood Handbook—Wood as an Engineering Material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI: U.S.D.A. Forest Service, F.P.L. 463 p.
- Kelly, M. W. 1977. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard. Gen. Tech. Rep. FPL-10 Madison, WI: U.S.D.A. Forest Service, F.P.L. U.S.A. 66 p.
- McNatt, J.D. 1973. Basic Engineering Properties of Particleboard. 8th International Particleboard Symposium. WSU. Pullman, WA, U.S.A. pp: 367-38.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. delcon@zeus.umich.mx

## RENDIMIENTO DE LOS ACEITES ESENCIALES DEL FOLLAJE DE ESPECIES DE PINOS MEXICANOS Y CUBANOS\*

Sandra Luz Toledo G.<sup>1</sup>, Héctor Guillermo Ochoa,<sup>2</sup>  
Sara Gabriela Díaz R1 Carlos Guzmán P.<sup>3</sup>  
Elena Cordero M.<sup>3</sup>, Uvaldo Orea I.<sup>3</sup> y Leila Carvalho A

**INTRODUCCIÓN.** En algunos países, la eliminación de los residuos de la industria forestal, en especial el follaje puede constituir un problema, no obstante es muy susceptible de ser utilizado de una forma ecológica y económica en la producción de innumerables productos de alta demanda social y de alto valor para varios sectores industriales, como: el farmacéutico, el químico y el cosmético, así como el sector agrícola (<sup>1</sup>).

El follaje de los árboles, producto de la corta de los árboles para madera, representan una fuente de biomasa aprovechable para la obtención de aceites esenciales, ceras, extractos vegetales (derivados de clorofila y concentrados alimenticios) y forrajes (<sup>2</sup>). Aunque el follaje que queda en el suelo del bosque aporta ciertos beneficios como reciclaje de nutrientes y protección del suelo contra la erosión, su acumulación excesiva en los bosques puede suscitar problemas como el mayor riesgo de enfermedades e incendios forestales; Vidal(<sup>3</sup>) estima que suele quedar del 35 al 45 por ciento del follaje arbóreo, y las coníferas, dejan tras de sí anualmente de 2 a 4 toneladas por hectárea.

Esta ponencia es parte de un trabajo de Investigación en donde se obtendrán 8 productos, de los cuales en esta ocasión, solo se hablará de los aceites esenciales.

Los Aceites Esenciales son aceites concentrados aromáticos de hojas, flores, semillas, cortezas, raíces y la cáscara de algunos frutos. Los aceites se evaporan en contacto con el aire y por esa razón se conocen también como aceites volátiles.

Los aceites esenciales se obtienen de plantas silvestres o cultivadas, por recolección o por cosecha. (<sup>4</sup>)

En Europa y Asia, algunos aceites son destilados del *Pinus* spp., los cuales tienen un oloroso aroma (siempreverde), y son usados como desinfectantes, desodorizantes e inhalantes, así como repelentes de insectos tanto para el hombre como para el ganado, y en medicina se aplican en el tratamiento de una amplia diversidad de afecciones (<sup>5</sup>).

En Europa del Norte, se obtienen aceites por destilación a vapor, principalmente las especies: *Pinus montana* y *Pinus sylvestris* (<sup>6</sup>).

La extracción de aceites esenciales no es una industria popular en México; ya que éstos se importan. (<sup>7</sup>).

En México cuando se hace el aprovechamiento, de los pinos para madera, se deja el follaje en el bosque.

### OBJETIVOS:

- Obtener aceites esenciales del follaje de los pinos, que sean de interés para la industria farmacéutica, cosmética y química.

- Determinar los rendimientos de los aceites esenciales del follaje de pinos.

- Ofertar a los dueños de los bosques, más y mejores oportunidades de desarrollo y generación de empleos.

**MÉTODOS.** El estudio se desarrolla en predios de los municipios de Atenguillo y Mascota, Jalisco; en México; mediante la selección de árboles de *Pinus occarpa* y *Pinus douglasiana*, así como en la Provincia de Pinar del Río, Cuba en las especies de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis*, tomando muestras de acículas de la parte superior, media e inferior de la copa.

Obtención de aceites esenciales: Las acículas se cortaron en trozos de 0.2 a 1.0 cm., sometiéndose a destilación por arrastre de vapor. (<sup>8</sup>) En la trampa colectora de aceites, se determinó su volumen y a partir de este último, se calculó el rendimiento.

**RESULTADOS.** En el siguiente cuadro se pueden observar las diferencias en los rendimientos de las especies estudiadas.

Cuadro: "Rendimiento de aceites esenciales del follaje de Pinos Mexicanos y Cubanos".

Especie	Rendimiento s en %*
<i>P. occarpa</i> Schiede**	0.34 - 0.36
<i>P. occarpa</i> Trifoliata**	0.54 - 0.63
<i>P. Douglasiana</i> Martínez**	0.39 - 0.57
<i>P. caribaea</i> Morelet***	0.30 - 0.50
<i>P. tropicalis</i> Morelet***	0.50 - 0.42

\* Los contenidos porcentuales están referidos a masa seca.

\*\* Especies Mexicanas.

\*\*\*Especies Cubanas.

**DISCUSIÓN.** Con base en los resultados el mejor rendimiento de aceites esenciales, se obtuvo del *P. occarpa* Trifoliata entre 0.54 y 0.63 %, le siguieron el *P. Douglasiana* M., entre 0.39 y 0.57 %, el *P. caribaea* M. entre 0.30 y 0.50 %, *P. tropicalis* M. entre 0.30

y 0.42 %, siendo el de menor rendimiento el *P. occarpa* S. En general, los rendimientos muestran valores similares a los límites inferior o intermedio de los presentados por Manas y Exconde(<sup>9</sup>): De 0.33 - 1.81 y de 0.42 -1.01; de *P. kresiya* y *P. merkusii*, respectivamente. No se consideraron factores como estación del año y altura de la copa en las muestras. Parece que dichos factores influyen en la variabilidad del contenido de aceites.

**CONCLUSIÓN.** El follaje de dos especies de pinos mexicanos, *P. occarpa* Trifoliata y *P. Douglasiana*, tienen un poco más alto el contenido de aceites esenciales que las especies de Cuba; y el *P. occarpa* Schiede. Los resultados son importantes en lo social, en lo económico y en lo ambiental.

### BIBLIOGRAFÍA.

1. E. Álvarez G., S. Díaz A. y M. Alessandrini D. 1998. Utilización racional de los residuos forestales. Univ. de Pinar del Río.
2. Yagodin, V.I. 1981. Fundamento químico y tecnológico para el tratamiento del follaje. Federación de Rusia, Univ. de Leningrado.
3. Vidal, A. 1995. Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de copa de coníferas en la provincia Pinar del Río. Tesis.
4. FAO, 1998. Non wood forest products from conifers. FAO, Roma.
5. Thomas, M.G. and D.R. Schumann. 1992. Income opportunities in special forest products. Midwest Research Institute, Kansas City, USA.
6. Good Scents Company 1997.
7. PROCYMAF 2000.
8. Singh, A., Srivastava, and Kapoor, L.D. 1971.
9. Manas, A. E. Y Exconde, E.G. 1984. FPRDL. Journal XIII.

<sup>1</sup> Depto. de Producción Forestal - CUCBA, Universidad de Guadalajara, México  
<sup>2</sup> Depto. de Madera, Celulosa y Papel - CUCEI, Universidad de Guadalajara, México  
<sup>3</sup> Depto. de Química - Universidad de Pinar del Río, Cuba.

## TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS ELABORADOS CON MADERA DE *Acrocarpus fraxinifolius*

M.C. Teresa Sánchez Vargas y M.C. Marco Antonio Herrera Ferreyra  
Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
tesava@zeus.umich.mx y mherrera@jupiter.umich.mx

### INTRODUCCIÓN.

La industria de los tableros de madera, ha tenido un importante desarrollo como resultado del rápido incremento de la demanda de sus productos en los últimos años, debido principalmente a la diversidad de usos que se les puede dar a los tableros, sobre todo en las industrias de la construcción y mueblera.

Sin embargo, esta industria actualmente se enfrenta a una fuerte competencia, tanto por la materia prima como por el mercado de sus productos. Por otro lado las políticas vigentes de apertura comercial, hacen que las perspectivas de mercado sean un tanto inciertas para los productos de la industria forestal; por lo que se hace imperativo buscar alternativas de nuevas especies que presenten características apropiadas para esta industria, y de rápido crecimiento; pudiéndose proponer para realizar plantaciones industriales, con miras a ser aprovechadas a corto plazo.

El objetivo de este estudio es determinar la aptitud técnica de la madera de *Acrocarpus fraxinifolius* (cedro rosado o lázcar) para la fabricación de tableros aglomerados de partículas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizó madera de *Acrocarpus fraxinifolius* (cedro rosado o lázcar)

proveniente del predio llamado "Las Muñecas" localizado en el kilómetro 20 de la brecha Lázaro Cárdenas-Mecapalapa, del municipio de Venustiano Carranza, en el estado de Puebla.

Se empleó todo el material sobrante de la elaboración de las probetas para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Todo el material utilizado fue madera juvenil.

La madera fue astillada y hojueada en la planta Vikingo de tableros aglomerados, del grupo industrial REXCEL, bajo las especificaciones y con el equipo de la misma industria.

La caracterización de las hojuelas se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Poblete (1988).

Se elaboraron dos tipos de tableros: ocho tableros fueron hechos en su totalidad de madera de *Acrocarpus fraxinifolius*, en una sola capa; y otros ocho fueron fabricados con tres capas, dos externas de material fino de la madera convencional que se utiliza en la planta (mezcla de pino y varias hojuelas), y en la capa media se incorporó la madera en estudio.

Los tableros fueron hechos de 16 mm de espesor, por 30 cm de ancho y 30 cm de largo, con una densidad promedio de 700 Kg/m<sup>3</sup>.

Los ciclos de prensado y temperatura usados en el proceso fueron: tiempo 8 minutos, temperatura de 150°C y una presión de 25 toneladas.

Se determinó la densidad, el hinchamiento, la resistencia a la flexión, resistencia de la capa interna o a la tensión, y resistencia a la extracción de tornillos en la cara y el canto, de acuerdo a las normas alemanas DIN 52 362, DIN 52 365 y DIN 52 364, respectivamente.

### RESULTADOS

En el cuadro siguiente se presentan los valores de coeficiente de esbeltez (L/E), densidad ( $\rho_d$ ), valor Ph y contenido de humedad (CHH), obtenidos en la caracterización de las hojuelas.

Hojuela	L/E	H (Kg/m <sup>3</sup> )	Ph	CHH (%)
Testigo	28.29	455	5.02	4
A. <i>fraxinifolius</i>	24.78	490	5.22	4.5

A continuación, se presentan los valores determinados para densidad del tablero ( $\rho_t$ ), contenido de humedad (CHT), hinchamiento (H), esfuerzo en flexión (F), esfuerzo de tensión (T) y resistencia a la extracción de tornillos en la cara (ET<sub>c</sub>) y en el canto (ET<sub>e</sub>), de los tres tipos de tableros ensayados.

VARIABLE	A	B	C
$\rho_t$ (Kg/m <sup>3</sup> )	710.40	752.50	728.45
CHT (%)	4.15	4.50	5.12
Hincha %	34.50	29.81	31.72
F (N/mm <sup>2</sup> )	13.48	11.67	13.85
T (N/mm <sup>2</sup> )	0.49	0.73	0.70
ETC (Lb)	256.22	261.18	321.56
ETE (Lb)	216.75	260.70	349.79

A: tablero testigo; B: tablero A. *fraxinifolius*, 1 capa; C: tablero de A. *fraxinifolius*, 3 capas

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis estadístico de los resultados, se determinó que la inclusión de astillas A. *fraxinifolius* en la capa media de los tableros: reduce significativamente el hinchamiento (en un 13.6%); e incrementa la densidad (en 5.9%), el esfuerzo a la tensión (46.3%) y la resistencia a la extracción de tornillos en los extremos (20.3%). Tanto el esfuerzo de tensión, como la resistencia a la extracción de tornillos en la cara, no se vieron afectados.

En relación a los tableros elaborados con una sola capa de A. *fraxinifolius* y comparando sus propiedades con los tableros testigo, se observó que: presentan un menor hinchamiento (en un 8.1%) y mayores valores de esfuerzo de tensión (40.2%) y de resistencia a la extracción de tornillos en la cara (25.2%) y en los extremos (61.3%). La densidad y el esfuerzo a la tensión no presentaron diferencias estadísticas.

### BIBLIOGRAFÍA

- DIN. 1982. Normen für Holzfaserplatten und Sperrholz. Taschenbuch 60 Beuth Verlag GmbH. Berlin.
- Poblete W., H. 1988. Incorporación de astillas de despuntes en tableros de partículas. Ciencia e Investigación Forestal. 2(4):47-61.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## VALORES AMBIENTALES

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

## Aprovechamientos forestales y su influencia en la densidad poblacional de venado en Durango.

Carlos Enrique Aguirre Calderón, Humberto Fernández Sánchez<sup>2</sup>, Benedicto Vargas Larreta<sup>1</sup>, Sacramento Corral Rivas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Forestal, El Salto, Dgo. <sup>2</sup>Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 2, Santiago Papasquiaro, Dgo. aguicar@hotmail.com

### Introducción

El estudio de las actividades humanas sobre las poblaciones de venado cola blanca se ha enfocado principalmente a la ganadería en ranchos cinegéticos del noreste de México, sin embargo en áreas de bosques de pino-encino con aprovechamiento forestal los estudios son escasos, pudiendo mencionar trabajos sobre hábitos de alimentación de venado cola blanca en la Sierra de la Michilla (Galina *et al.*, 1981) sobre biología y dinámica de población de venado cola blanca (Ezcurrea y Galina, 1991; Galindo-Leal y Weber, 1998) y sobre densidad y estructura de población de venado (Aguirre *et al.* 2002; Alonzo 2002), trabajos desarrollados en la Sierra Madre Occidental del estado de Durango. Por el impacto que pueden tener las actividades de producción forestal maderable, la protección de la fauna al menos debe ser considerada en las restricciones del programa de manejo forestal. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de los aprovechamientos forestales en la dinámica poblacional y la distribución espacial del venado cola blanca.

### Metodología

El trabajo se realizó en el Ejido San Diego de Tenzaenz, Mpio de Santiago Papasquiaro, Dgo. Las evaluaciones de la densidad de venado se hicieron antes del aprovechamiento forestal (octubre de 2000), poco después del aprovechamiento (septiembre de 2001) y un año después del aprovechamiento (agosto de 2002). Se establecieron parcelas circulares permanentes repartidas en transectos distribuidos dentro del área. En estas parcelas se utilizó el método de Conteo de Grupos Fecales (Eberhardt y Van Elten, 1956) para determinar la densidad de venado. En cada parcela se efectuó una medición de la vegetación de acuerdo al Método de Punto Cuadrante (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974); en cada punto se registró la distancia al ejemplar más cercano y el siguiente más cercano al primero; con esta información se determinó la frecuencia, densidad, dominancia y valor de importancia para cada una de las especies

encontradas en el estrato arbóreo y arbustivo. El análisis estadístico se hizo mediante análisis descriptivo de cada sitio y del predio; análisis de correlación lineal simple y múltiple para predecir la abundancia de animales a partir de un conjunto de atributos del hábitat. El análisis de la estructura de la población de venado se efectuó mediante el método de Conteo nocturno con auxilio de luz artificial (Shult y Armstrong, 1984).

### Resultados y discusión

El cuadro 1 muestra el número de venados estimados por kilómetro cuadrado en cada transecto y en promedio a partir de los grupos fecales encontrados en cada sitio de muestreo.

Cuadro 1. Venados por kilómetro cuadrado en cada transecto, obtenidos mediante conteo de grupos fecales antes, después y al año siguiente del aprovechamiento

Transecto	Oct-00	Sep-01	Ago-02
1	8.72	0.00	17.33
2	40.70	65.93	80.97
3	0.00	72.53	0.00
4	0.00	0.00	10.77
5	0.00	0.00	16.19
6	8.06	7.25	0.00
7	0.00	36.59	32.39
8	0.00	0.00	5.34
9	24.42	7.25	0.00
10	24.42	0.00	10.77
11	0.00	0.00	5.34
12	0.00	0.00	5.34
13	0.00	29.23	10.77
Promedio	8.18	16.83	15.02
Desviación estándar	13.29	26.17	21.73
Error estándar	3.68	3.68	5.02
Coefficiente de variación	1.62	1.55	1.44

El análisis de varianza para los datos obtenidos en los tres periodos de



evaluación, muestra que no hay diferencia significativa entre la densidad de venados antes y después del aprovechamiento forestal, aunque el número de animales se incrementó notablemente inmediatamente después del aprovechamiento forestal y luego bajó un poco al año siguiente de la segunda evaluación. Esta falta de diferencia significativa puede explicarse por la alta variabilidad de los datos encontrados. El incremento en la densidad de población puede deberse a que al remover la vegetación arbórea durante el aprovechamiento, se incrementa la cantidad de alimento para el venado debido a la apertura del dosel, que permite la mayor penetración de los rayos solares y por consecuencia el crecimiento de especies arbustivas y herbáceas que no se habían presentado por la falta de luz.

Además de esto, el arrastre de trozas en el campo, remueve la capa superficial de suelo, promoviendo también, la aparición de especies que anteriormente no estaban presentes, incrementando con esto, la cantidad y calidad de alimentación de los venados. En el análisis de correlación entre el hábitat y la población de venado, se encontró, en el 2000, una correlación significativa entre la densidad de grupos fecales y la pendiente, la exposición, la distancia al cuerpo de agua temporal, las arbustivas, el encino y una correlación negativa con el *Pinus tedotii*. En el 2001, con la distancia al cuerpo de agua temporal y con el *Pinus leiophylla*. En el 2002, con la distancia al cuerpo de agua temporal y con el encino. Estos valores indican que existen áreas clave de interés, así como zonas de mayor distribución, alimentación y descanso y veredas que deberán ser estudiados con mayor atención.

#### Conclusiones

La densidad de población de venado se incrementó después del aprovechamiento forestal, aunque no representó diferencia estadística significativa. Se observó preferencia hacia ciertas áreas, lo cual indica que la distribución espacial se vio afectada por las actividades de aprovechamiento forestal en el área.

#### DESARROLLO Y APLICACIÓN DE INDICES DE LOS VALORES DEL PAISAJE A NIVEL DE CUENCA EN DURANGO, MÉXICO

Martínez R<sup>1</sup>, L. M., J. Nívar<sup>2</sup>, J. Dueñez-Alanis<sup>3</sup>, L. Pérez R<sup>4</sup>, A. Zarate L<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Becario CONACYT, <sup>2</sup>Profesor Investigador, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, jnavar@ccr.ci.uanl.mx, <sup>3</sup>Estudiante de Posgrado, Becario CONACYT, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, jdenezalanis@prodigy.net.mx, Profesores Investigadores <sup>4</sup>Departamento de Recursos Naturales Renovables y <sup>5</sup>Departamento Forestal, UAAAN.

**Introducción.** Una estrategia para la implementación y ejecución de programas contra el deterioro y uso racional de los recursos naturales son los planes de manejo integral bajo el contexto de cuenca hidrológica. El Estado de Durango se encuentra ubicado en la Sierra Madre Occidental, donde se observan diferentes tipos geomorfológicos como son valles, montañas, cañadas, depresiones y llanuras, los cuales están constituidos por una gran variedad de especies vegetales y animales. La conjunción de los factores y elementos determina la presencia de diferentes paisajes naturales, los cuales no han sido sujetos de un manejo que logre definir, utilizar y conservar los recursos naturales del paisaje para beneficio de la sociedad presente y futura y de la conservación de la flora y fauna. La interpretación y valoración del paisaje involucra dos aspectos: valor actual y valor potencial del paisaje. Esto conduce a la atención del paisaje desde el punto de vista estético y como valor que puede necesitar protección y que interviene en la determinación de la capacidad de una cuenca para el desarrollo de las actividades humanas (Ramos 1979). El valor escénico considera aspectos de carácter subjetivo; comprende las cualidades estéticas del medio en las que se incluyen las características fisonómicas de la vegetación (color, la forma, la estacionalidad, etc.) y estructurales (disposición horizontal, composición, visibilidad, etc.). También,

intervienen los elementos del paisaje como son formaciones geológicas que desencadenan aspectos de tipo emocional y sensitivo (Muñoz, 1998). El presente trabajo tiene como objetivos identificar y aplicar índices numéricos de valores estéticos del paisaje en las áreas naturales de una cuenca.

**Materiales y Métodos.** El presente trabajo se realizó en la cuenca Paso de Piedra, Durango. Se localiza al suroeste de la ciudad de Durango, Dgo., por la carretera Interoceánica No. 40, en su tramo Durango-Mazatlán km 47.5 y 13 km al sur por el camino de terracería se encuentra la boca de la cuenca en terrenos de la Compañía Ganadera Santa Bárbara. Previos recorridos y uso de cartografía se seleccionaron del área espacios abiertos y con un cauce cercano, para ser un total de 16 sitios. Los valores estéticos del paisaje fueron determinados siguiendo la metodología de Leopold (Dunne y Leopold 1978). Para la evaluación, la lista de factores escogidos fueron 8 en número del tipo de interés físico y humano: 1) ancho del cauce, 2) profundidad del cauce, 3) ancho del valle, 4) altura de colinas, 5) urbanización, 6) visibilidad, 7) características del cauce y, 8) interés del paisaje, respectivamente. Dichos factores fueron establecidos en cinco categorías que describen la relativa presencia o magnitud de cada factor, denominada "Matriz de Valoración del Paisaje". Para determinar el carácter del valle, se estableció en una sobreposición de ejes cartesianos los

factores de evaluación de cada uno de los sitios en las cuencas de estudio. El ancho del valle con altura de colinas, sobre una diagonal en un ángulo de 45° se proyecta la escala del paisaje en confinamiento o visibilidad, posteriormente su valor ordinario o espectacularidad y finalmente el grado de urbanización. El carácter del cauce se escaló sobre un eje cartesiano los valores de profundidad y ancho del cauce, seguido por el tamaño del cauce pequeño o grande y la presencia de rápidos o en calma. Determinación del Valor Relativo de la Calidad del Paisaje. Se procedió a graficar la relación del carácter del valle y del cauce en un eje cartesiano y obtener los valores relativos de la calidad del paisaje en su escala para cada uno de los sitios en estudio. De los valores obtenidos, se estableció una relación donde se generó una matriz de valores jerarquizados para cada sitio de 1 a 8. La determinación de clases de calidad de paisaje se designó con los valores relativos mínimos y máximos a obtenidos de la calidad del paisaje, asumiendo que la calidad del paisaje tiene una relación directa y es proporcional a los valores de los factores. Obtención del Mapa (Matriz) de Calidad de Paisaje. Con los valores relativos jerarquizados del paisaje obtenido del carácter del valle y carácter del cauce, se caracterizó las clases y se obtuvo un valor absoluto de su clasificación (figura 1).

Valor del Carácter del Valle

Valor del carácter del	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	3	4	5	6	7	8	9
3	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4	5	6	7	8	9	10	11
5	5	6	7	8	9	10	11	12
6	6	7	8	9	10	11	12	13
7	7	8	9	10	11	12	13	14
8	8	9	10	11	12	13	14	15

Figura 1. Esquema de la categorización de clases propuesto de los valores relativos de la calidad del paisaje a partir del carácter del valle y del carácter del cauce.

**Resultados y discusión.** Se observó una relación directa entre el ancho del valle cauce, su visión escénica y el paisaje natural y espectacular. En otras palabras, los sitios con valles pequeños y confinados exhibieron un paisaje ordinario y opresivo que da la impresión de una imagen cerrada o estar en un ambiente al aire libre sin orientación o dirección. Los sitios que muestran un mayor valor en el factor de ancho del valle y asociados al valor escénico del paisaje presentan valores más altos al final de la evaluación del carácter del valle. No obstante, cuando se asocia a un confinamiento la visibilidad su valor decrece de manera significativa, lo cual es de esperar al estar relacionados a la topografía accidentada del área. Esto, es más limitado si en el área se encuentra alguna infraestructura hecha por el hombre, en cualquier dimensión de valor asignado a este factor.

**Conclusiones.** Los factores que definen e identifican áreas de recreación con alto valor escénico son el ancho de los valles y la presencia de cauces de agua anchos y profundos.

#### Bibliografía.

- Dunne T and, L. Leopold, 1978. San Francisco, U. S. A. 518p.  
 Muñoz, C. G. 1998. Satillo, Coahuila, México. 87 p.  
 Ramos, F. A. 1979. Madrid, España. pp 161-169.

## El criterio forestal en el sistema de Indicadores ambientales del estado de Querétaro.

Carlos Mallén R.<sup>1</sup>, Miguel Angel Musalem S.<sup>2</sup> y Raúl Villarreal C.<sup>3</sup>

**Introducción.** Definir el objetivo del manejo ambiental en México resulta cada vez más necesario sobre todo al considerar las cambiantes condiciones demográficas, económicas y sociales, las cuales han modificado la valoración de los beneficios que se obtienen de los recursos naturales. Los criterios e indicadores ambientales facilitan la concepción de la sustentabilidad y definen a través de sus indicadores el rango de valores a considerar. Su objetivo es promover prácticas mejoradas, así como desarrollar un recurso más productivo de acuerdo con las políticas nacionales, el marco institucional y las posibilidades financieras. El sistema de indicadores ambientales de Querétaro se inscribe en los ordenamientos dictados por la ley de ecología del gobierno del estado.

**Método.** Al establecer un sistema de criterios e indicadores C&I, es importante no incurrir en el error de contar con una lista interminable de índices, lo cual actuará en sentido opuesto al planeado, ya que por sí mismos carecen de coherencia y utilidad práctica. El desarrollo del sistema de indicadores ambientales del estado de Querétaro siguió seis etapas:

I. Recopilación de información. Se detalló un perfil ambiental del estado identificando sus prioridades a partir del cual se consensó los principios rectores para la determinación de los C&I determinándose preliminarmente una lista de los más importantes.

II. La Organización de C&I. Se sugirió un conjunto de tópicos investigables por su relevancia concentrado en las categorías: agua, aire, suelo, biodiversidad, bosques, agricultura, residuos y urbanización.

III. Selección. Los C&I seleccionados deberían reflejar el comportamiento y las tendencias del manejo sustentable, monitoreando los cambios en la calidad de los recursos y la eficiencia de su uso.

IV. Evaluación. La cual implica diversos filtros sin ser un camidor mecánico de procesos, ya que este paso permite entradas y modificaciones a indicadores.

V. Integración de resultados. Se encontraban múltiples indicadores de diversa índole descriptores de una amplia gama de aspectos ambientales (ecológicos, económicos y sociales). La tarea consistió en agrupar información heterogénea y difícilmente agregable.

Etapa VI. Análisis. Se describió el contenido de los indicadores revisando su aplicabilidad práctica y examinando el contexto en el cual se desarrollaron. Así mismo, se consideraron elementos como el grado de incertidumbre por las diferencias entre los análisis y los futuros evaluadores ya que estos podrán afectar la selección de C&I, al disponer de diferentes recursos, expectativas, necesidades y percepciones. No es factible un ambiente totalmente controlable, aunque si existe un núcleo de C&I genéricos que pueden ser útiles para cualquier evaluación posterior. Se debe considerar que la meta es auxiliar a los organismos públicos y civiles a adoptar jerárquicamente los principios, géneros y verificadores para conocer y actualizar conforme las condiciones locales se modifiquen por razones como complementar las carencias de conocimiento, cambio de las condiciones locales y rechazar temas cuando se redundan o dejan de ser valiosos.

**Resultados.** Uno de los aspectos más importantes y con mayor valor estratégico para la actividad forestal, reside en contar con un adecuado sistema de información, fundamentado en indicadores ambientales capaz de satisfacer las necesidades del sector. La cantidad de sistemas de información no integrados, la falta de coordinación, la deficiencia de la información y de comunicación entre los actores del sector forestal, es causa de grandes problemas en la gestión forestal; por ello es indispensable contar con información sistemática para fines de dirección y seguimiento de los programas forestales, su aplicación y toma de decisiones.

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
INDICADORES DEL CRITERIO AGUA		
Existencia anual de agua por fuente subterránea y superficial	Balance de aguas superficiales y subterráneas	Corrección de cuencas
Continúa...		
INDICADORES DEL CRITERIO AIRE		
Emisiones de contaminantes en zonas prioritarias (inventarios)	Concentración de contaminantes y su extensión a las normas	Normatividad para emisiones vehiculares
Continúa...		
INDICADORES DEL CRITERIO FORESTAL		
Transparencia de aprovechamiento forestal	Control en el uso de suelo forestal	% de supervivencia de las reforestaciones
Condición superficie forestal		% superficie forestal bajo manejo
Procesos de incendios		Acciones contra la pérdida de superficie forestal
		Exposición a reforestación
		Inversión en actividades productivas forestales
		Inversión en preservación de especies
INDICADORES DEL CRITERIO AGRÍCOLA		
Uso de fertilizantes y agroquímicos	Eficiencia del uso del agua	Método de control de plagas
Continúa...		
INDICADORES DEL CRITERIO BIODIVERSIDAD		
Transparencia en los usos de ecosistemas	Superficie por tipo de ecosistemas en relación a la superficie total de ecosistemas	Existencia de especies únicas, vulnerables, en peligro de extinción o sujeta a la NOM-052
Continúa...		
INDICADORES DEL CRITERIO SUELO		
Control en el uso del suelo	Índice de deterioro de productividad del suelo	Estabilidad de suelo restaurado o rehabilitado
Continúa...		
INDICADORES DEL CRITERIO RESIDUOS SÓLIDOS		
Generación de residuos peligrosos	Porcentaje de residuos depositados en transferos	Costo público en recolección y manejo de residuos y saneamiento
Continúa...		
INDICADORES DEL CRITERIO URBANIZACIÓN		
Tasa de crecimiento de la vivienda	Cobertura de infraestructura básica	Costo en infraestructura
Continúa...		

Discusión. El sistema de indicadores ambientales de Querétaro se inscribe en los ordenamientos dictados por la ley de ecología del gobierno del estado. Una norma jurídica es ineficaz sólo cuando siendo apropiada para regular una situación es incapaz de transformar las regularidades sociales existentes y subordinadas a sus prescripciones, es decir, cuando tal norma no

puede transformar una determinada regularidad social en una regularidad jurídica, en tanto influida por el derecho. Dicha transformación se alcanza sólo cuando la conducta de los hombres se uniforma del modo socialmente propiciado por la norma jurídica.

La causa principal de presión sobre los recursos forestales, es el cambio de uso del suelo para fines agrícola, ganadero y urbano, lo que provoca una pérdida de la cobertura vegetal y una fragmentación del hábitat, alterando las condiciones del medio ambiente y favoreciendo los incendios y plagas que atacan a los bosques. Por su parte los indicadores de estado están representados por la estructura y el estado actual de los recursos forestales en el territorio nacional y la superficie por tipo de bosque de los ecosistemas así como la extensión actual de los principales tipos de vegetación que se encuentran en la superficie cubierta por las áreas naturales protegidas del país. En los indicadores de respuesta, se consideran los programas de forestación, el incremento de las áreas naturales protegidas, los programas para la prevención y el combate de incendios, enfermedades y plagas, así como los esfuerzos normativos para el control, manejo y aprovechamiento regulado de los ecosistemas forestales.

Conclusiones. El sistema es un marco lógico para referenciar y operar científicamente el desarrollo sustentable mediante la argumentación de los principios, criterios, atributos, indicadores y estándares, los cuales serán documentados e implementados generando métodos y técnicas objetivas, cuantificables y confiables.

## EL EFECTO DE LA FORESTACIÓN EN LA INFILTRABILIDAD Y PÉRDIDA DE SUELO EN UNA MICROCUENCA DE LA SIERRA ZAPALINAMÉ AL SUDESTE DE COAHUILA, MÉXICO

1.Julio Cesar Ríos, 2.José Dueñez-Alanis y 3.José Nívar

1Estudiante de Ingeniería Forestal, UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

2Estudiante de Doctorado, Facultad de Ciencias Forestales, UANL., Linares, Nuevo León, México. 3Profesor-Investigador, Facultad de Ciencias Forestales, UANL., Linares, Nuevo León, México. 67700.

La deforestación es un problema vigente en muchos bosques del mundo y sus consecuencias hidrológicas han recibido mucha atención. La forestación y sus efectos en la hidrología de los suelos no ha sido estudiada intensivamente en muchos ecosistemas mexicanos. La Sierra Zapalinamé en Coahuila, México estuvo degradada y caracterizada por la exposición del suelo y horizontes petrocálcicos debido al manejo convencional de la vegetación. La presencia de escurrimientos superficiales de alta magnitud fueron claves o críticos en la inestabilidad de la microcuenca. A partir de 1960, se implementó un plan de reforestación en la cuenca alta del Valle de Saltillo con *Pinus halepensis* Mill., en diferentes etapas de plantación, con el objetivo de reducir las avenidas de los escurrimientos y la pérdida de suelo, recargar los mantos freáticos y crear un área verde como pulmón para la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. En este trabajo de investigación se observaron las tasas de infiltración, escurrimiento y erosión en suelos con plantaciones de diferente edad. Para esto se utilizó un simulador de lluvia portátil de boquilla simple (Wilcox *et al.* 1986) aplicando una intensidad de 15.87 cmhr<sup>-1</sup> durante 40 minutos. Se colectó la escurrimiento superficial y se tomaron muestras para estimar la erosión del suelo. Los datos se analizaron con el ajuste de modelos estadísticos y pruebas de parámetros en función de la edad de la plantación,

una modificación de un análisis de covarianza. Se detectaron tendencias de aumentar la infiltración, reducir la escurrimiento superficial y la erosión de suelo con el incremento en la edad de la plantación. Las variables del suelo que mayormente controlaron estos procesos fueron: (i) el contenido de materia orgánica, (ii) las características dasométricas de la masa remanente y (iii) la densidad aparente del suelo. Los beneficios hidrológicos por las plantaciones en esta zona árida del norte de México son apreciables porque se prevé la potencial recarga del acuífero, la disminución de la escurrimiento superficial, y el revestimiento de la degradación del suelo.

Palabras clave: Plantaciones áridas, hidrología superficial, norte de México.

## Evaluación de la producción de agua superficial de tres cuencas hidrológicas de Nuevo León.

EDUARDO J. TREVIÑO G. (1), XANAT ANTONIO N., (1) JOSÉ VERÁSTEGUI CH. (2), WILVER SALINAS C. (3)

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales, UANL; <sup>2</sup> Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, UAT; <sup>3</sup> Campo General Terán, NIFAP

La cantidad de agua captada por las cuencas hidrológicas se ve influenciada por factores físicos, biológicos y climáticos. Para calcular el volumen de los escurrimientos superficiales de las cuencas hidrológicas de la parte central de Nuevo León se utilizó un sistema de información geográfica en el cual se almacenó, procesó y analizó información referente a la precipitación, distribución de la vegetación, tipos de suelo y pendientes entre otras. Se evaluaron casi 5,000 km<sup>2</sup> de los cuales corresponden 1,729 km<sup>2</sup> a la subcuenca del río Pilon cuenca que pertenece a la cuenca del río San Juan, de la región hidrológica 24, así como 1,543 km<sup>2</sup> pertenecen a la subcuenca del río Potosí y 1,724 km<sup>2</sup> a la subcuenca del río Limón ambos pertenecientes a la cuenca del río San Fernando de la región hidrológica 25.

Se integró un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incluyó información referente al marco geoespacial municipal de Nuevo León, los límites de las regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas, la ubicación de los cuerpos de agua, la distribución de la vegetación, las unidades edáficas, la información contenida en los modelos digitales de elevación y los valores de precipitación media anual obtenidos de las estaciones climáticas de la Comisión Nacional del Agua. La información contenida en el SIG fue procesada para derivar o en su caso adecuarla para su utilización en el desarrollo del modelo. Considerando la distribución de

estaciones meteorológicas, no es posible conocer los valores de precipitación de manera directa en áreas carentes de ellas, por lo que fue necesario modelar espacialmente la cantidad de precipitación a través de la interpolación de la información proveniente de las estaciones meteorológicas más cercanas. Para obtener la cantidad de agua interceptada por la vegetación fue necesario conocer la distribución de esta, agrupando los tipos de vegetación obtenidos de los mapas en grandes grupos considerando sus características de captación. La textura del suelo influencia directamente en la cantidad de agua infiltrada y escurrida por lo que se preparo una cubierta digital que considera esta variable. A cada variable se le asignaron valores únicos para preparar la combinación aritmética de temas.

Con una precipitación que oscila en la región entre los 300 y 1030 mm al año, el volumen medio escurrido varia entre los 360 y los 540 miles de millones de metros cúbicos anuales. El flujo mayor se concentra en la cuenca del río Limón que vierte sus aguas en la presa Cerro Prieto, la que abastece de agua a la Ciudad de Monterrey. La parte alta de las tres subcuencas presentan un buen estado de conservación de su cubierta vegetal, siendo en estas áreas en donde se presentan los menores valores en el índice de escurrimiento, lo cual favorece que el agua recibida en estas superficies sea integrada a los mantos freáticos.

## Evaluación del Arbolado Urbano en Monterrey, N. L.

Cynthia G. Reséndiz Infante<sup>1</sup> Eduardo J. Treviño Garza<sup>2</sup> Alejandro R. Ledezma<sup>3</sup>  
Antonio Guzmán Velasco<sup>4</sup> Glafiro Alanís Flores<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. cgresendiz@hotmail.com; <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. ejtrevino@fcf.uanl.mx; <sup>3</sup> Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. aledezma@ccr.dsi.uanl.mx <sup>4</sup> Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. aguzman@ccr.dsi.uanl.mx <sup>5</sup> Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. galanis@ccr.dsi.uanl.mx.

Los árboles son parte fundamental de la infraestructura urbana, ya que reducen la contaminación en áreas industriales y de alto parque vehicular como lo es Monterrey y su área metropolitana.

El objetivo del trabajo fue realizar un análisis del arbolado urbano realizando un inventario en plazas, parques y banquetas. Se utilizó un Sistema de Información Geográfica empleando cinco ortofotos digitales, las cuales fueron interpretadas dentro de este sistema para evaluar la cobertura del arbolado. De este análisis se derivaron tres capas de información con los siguientes temas: arbolado de plazas y parques, arbolado individual y levantamientos en colonias. Se realizó un listado de las especies, su abundancia y otras características, utilizando información levantada en el terreno.

Se encontró un total de 260 áreas verdes en el municipio, que ocupan una superficie de 5,281,680 m<sup>2</sup>. Una quinta parte de las plazas y parques tiene poca cobertura (menos del 20% arbolado), dos terceras partes poseen una cobertura del 20% al 60%, mientras que sólo una décima parte tiene un arbolado muy denso (mayor al 80%). En las banquetas se encontró un total de 48,458 árboles, en los levantamientos se contabilizaron un total de 16 549 árboles, de los que sólo el 10.41% (1

724) son nativos, y el 89.58% (14 825) son introducidos. Existe una diversidad de 95 especies, pero el 71.8% del arbolado está compuesto por tres especies: fresno (*Fraxinus sp.*), ficus (*Ficus benjamina*) y trueno (*Ligustrum lucidum* Ait.). Como resultado de este análisis se propone aumentar la diversidad y la cantidad de áreas verdes utilizando las especies adecuadas, e incrementar a 10 m<sup>2</sup>/habitante la superficie de áreas verdes.

## HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES DE EL SALTO, PUEBLO NUEVO, DURANGO.

Avila Flores I. J.\*\*., Naranjo J. N\*., Herrera C., J\*., Avila R. J. A\*., Almaraz A. N.\*

\*Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional  
Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional, Sigma s/n, Fracc. 20 de Nov., Durango,  
Dgo., Cp. 34220, México, \*Becarios de COFAA, \*\*Tesis ITA #1,DGO.,DGO.  
nnestor@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

El estado de Durango, que ocupa el segundo lugar a nivel nacional en la actividad forestal, es una entidad dependiente de sus recursos naturales, situación que ha propiciado la sobreexplotación del bosque, desdiciendo otras alternativas productivas que deterioran en menor grado la condición de los recursos. (Naranjo, Herrera. 2000.) Por ello es importante el conocer cualitativa y cuantitativamente los distintos elementos y factores que afectan a los bosques. Buscando solución al problema de la deforestación, se ha fomentado la utilización de recursos no maderables como la colecta de hongos comestibles. (Guzmán, 1979.) Como parte de una estrategia para fomentar la protección y utilización de los recursos forestales de una forma sustentable. (Naranjo, Herrera. 2000.) La diversidad de hongos en México se estima en 200,000 (Guzmán, 1997) de las cuales se han descrito al menos 6,000 especies. Que corresponde al 3.5 al 4% de todas las que crecen en el país. (Tovar V., 2001) En el país son consumidas más de 205 especies de hongos silvestres. De estas 205 especies comestibles registradas en México, 184 se adscriben a los *Basidiomycetes*, 18 a los *Ascomycetes* y 3 son *Mixomycetes*. Los órdenes mejor representados son los *Agaricales* con 72, los *Aphylophorales* con 34, los *Boletaceos* con 33. Las especies

pertenecen a 32 familias y a 77 géneros. (Pérez y Ferrera, 1993.) Algunas especies de hongos son altamente cotizadas como el *matzutake* *Tricholoma magnivelare*, que es exportado al Japón con un precio de mercado de 45 a 60 dólares el kilogramo. Para el mercado europeo los hongos del género *Marthella* sp y *Boletus* sp, *Amanita caesarea*, son altamente cotizados los primeros en Francia y el segundo en Italia, de ahí la posibilidad de aprovechar el potencial fúngico de los bosques de Durango, donde la diversidad existente de hongos es considerable, solo hace falta realizar los estudios necesarios. (Naranjo, Herrera. 2002.) Actualmente se realizan aprovechamientos de los hongos silvestres comestibles como una alternativa económica, social y biológicamente viable para los habitantes de la zona del Salto Pueblo Nuevo, Durango.

### OBJETIVO

Colectar e identificar las principales especies de hongos comestibles que crecen en la zona, y su consumo por parte de los habitantes de la zona.

### MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado por el Laboratorio de Biotecnología del CIIDIR-IPN-Dgo en la zona de El Salto P. N. Dgo. Se realizaron recorridos para determinar las zonas de muestreo estableciendo 3 parcelas de 10 x 30 m cada una. Se colectaron todas las

especies que se encontraron, se anotaron los siguientes datos: lugar de crecimiento, especie encontrada, color del hongo (píleo y estípite), presencia de volva, sitio de colecta, fecha y su peso fresco, después se hizo una separación de todas las especies comestibles. Las muestras colectadas se deshidrataron en una cámara de secado con focos de 100 watts durante 48 horas para conservarlas para posteriores revisiones. Los hongos se identificaron, con las claves taxonómicas y publicaciones especializadas correspondientes.

### RESULTADOS

Se identificaron 75 especies de las cuales 28 especies se reportan como comestibles, algunas pueden ser susceptibles de cultivo como el caso de *Pleurotus* spp y *Ganoderma* sp en tanto otras especies de hongos son de interés micorrizicos y algunas mas de interés medicinal. De las 16 especies solo se consumen 8 las cuales son: *Amanita caesarea*, *Boletus edulis*, *B. pinicola*, *Hypomyces lactifluorum*, *Lactarius deliciosus*, *Lycoperdon perlatum*, *Pleurotus* sp, *Ramaria flava*

### DISCUSIÓN

*A. caesarea* es la especie de mayor consumo, debido características que facilitan su identificación por parte de los lugareños, las otras especies colectadas para consumo fueron *B. edulis* y *B. pinicola*. Existen otras especies comestibles tales como: *Coprinus cornatus*, *Hericium erinaceus*, *Russula brevipes*, *Amanita rubesens* que no son consumidas por desconocimiento y temor a una intoxicación.

### CONCLUSIÓN

De las especies de hongos colectadas 28 resultaron comestibles, de las cuales

consume 7 y de estas la de mayor consumo fue *A. caesarea*, de ahí la importancia de orientar a los habitantes en el consumo de otras especies de hongos comestibles. Además de apegarse a la norma NOM-010 RECNAT-1996 y evitar el deterioro del recurso, mediante estrategias para su aprovechamiento y conservación como una manera de diversificar las actividades forestales para un aprovechamiento sustentable en los bosques de la región.

### BIBLIOGRAFIA

- Guzmán G. 1979 Identificación de hongos comestibles, venenosos y alucinantes, Limusa.
- Guzmán, G. 1997. Los Hongos y el Hombre. Biodiversidad e Impacto Ecológicos, Social y Económico. Instituto de Ecología de Xalapa México
- Pérez, M. J. y Ferrera, C. R. 1993. Ecología y Perspectivas de Cultivo de los Hongos Comestibles Ectomicorrizicos en México. Memoria. 1er Symposium Sobre Hongos Comestibles en México.
- Naranjo, J. N., Herrera C.J. 2000 El aprovechamiento de hongos silvestres en la zona boscosa del Salto, Pueblo Nuevo Durango. Interciencia CIIDIR-IPN-DGO. Año III, vol.1 núm.3
- Naranjo, J. N., Herrera, C. J. 2002. Aprovechamiento de *Amanita caesarea* en la región de El Salto P. N. Dgo., Interciencia, Año V, Vol. 1 Num.3 15-18 CIIDIR - IPN - Dgo. México
- Tovar V. J. A. 2001. Que tan diversos son los hongos. IV Congreso Mexicano De Etnobiología, Asociación Etnobiológica Mexicana (AEM)

## IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROMICETOS EN LA ESTACIÓN LAS PALOMAS DE LA CUENCA LA ESPERANZA DE LA CIUDAD DE GUANAJUATO

Ismael Acosta Rodríguez<sup>1</sup>, Lesly Doniz Padilla<sup>1</sup> y María de Guadalupe Moctezuma Zárate<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios de Posgrado y <sup>2</sup>Laboratorio de Micología. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [iacosta@uaslp.mx](mailto:iacosta@uaslp.mx)

### Introducción

Los hongos son organismos vivos independientes y de características propias, como su tipo de nutrición, organización y reproducción. Hay hongos saprobios, mixomicetos y parásitos. También hay hongos que se asocian simbióticamente con otros organismos como los líquenes y los hongos micorrízicos, (Díaz Barriga, 1992).

Las micorrizas se forman por la asociación de un hongo con las raíces de determinados árboles, y tanto el hongo como el árbol, reciben beneficios mutuos y no pueden vivir por separado, pues el hongo obtiene el exceso de azúcares de reserva (almidón) de las raíces de la planta, y permite a la planta, a través de la unión del micelio a las raíces, aumentar la extensión del aparato radical, que es la superficie de absorción de las sales minerales y del agua del suelo. En algunos casos, las hifas del hongo penetran en el interior de las células radicales para absorber el almidón, y las células atacadas, digieren las células del hongo para obtener las sustancias nitrogenadas y las sales minerales necesarias para su desarrollo, (Pacioni, 1980).

Las especies micorrízicas las forman la mayoría de los hongos superiores, y, muy a menudo, una misma especie puede relacionarse con varias plantas. Las tuberías, bosques de alisos y las dunas marinas, son hábitats muy ricos en especies fúngicas estrechamente

ligadas a las plantas presentes, aunque también hay afinidad selectiva en plantas como abedules, alerces, abetos, pinos montanos, eucaliptos y jaras, y en la mayoría de los casos los hongos se encuentran ligados a las grandes categorías arbóreas de planifolios o de coníferas, (Chacón y cols., 1995). Por lo anterior, es fundamental el conocimiento de los hongos en la naturaleza, debido a que son organismos muy abundantes y tienen una fuerte acción sobre el medio e implica entender en parte nuestro entorno.

### Objetivo General

Estudiar los hongos macromicetos de la estación Las Palomas de la cuenca La Esperanza del estado de Guanajuato.

### Material y métodos

Se recolectaron y fotografiaron hongos macromicetos de la Estación Las Palomas de la Cuenca La Esperanza, situada a 8 Km de la ciudad de Guanajuato, Gto. durante los meses de julio-septiembre del 2003, y se identificaron por las claves de determinación descritas (Pacioni, 1980).

### Resultados

A la fecha se han identificado 18 especies diferentes de hongos: *Lepiota* sp., *Lepiota* sp., *Lenzites betulina*, *Pseudoclitocybe cyathiformis*, *Collybia butyracea*, *Psilocybe coprophila*, *Xeromphalina campanella*, *Polyporellus arcularius*

*Amanita* sp., *Marasmius ruedecia*, *Bolletus* sp., *Coprinus* sp., *Bovista leucoderma*, *Lactarius terminosus*, *Lycoperdon umbrinum*, *Russula olivacea*, *Coprinus atramentarium* y *Fomitopsis pinicola*, así como 5 especies aún desconocidas.

### Discusión

La mayoría de los hongos encontrados, están formando micorrizas con las plantas y árboles, otros como: *Lepiota* sp., *Amanita* sp., *Marasmius ruedecia*, *Lycoperdon umbrinum* y *Russula olivacea*, se han reportado en otros estudios, (Chacón y cols., 1995; Díaz-Barriga, 1992), y considerando la falta de publicaciones que ilustren la riqueza fúngica del país, creemos que este primer paso es muy importante para tratar de establecer la flora fúngica de la Estación Las Palomas, pues no encontramos reportes relacionados

### Conclusiones

Se encontraron 23 especies de hongos macromicetos en la Estación las Palomas, de las cuales se identificaron 18, y 5 aún no identificadas. Se seguirá estudiando la zona para tratar de establecer la mayoría de la población fúngica presente, en los meses de julio-septiembre de 2003.

### Bibliografía

- Chacón, S., Guzmán, G., Montoya, L. Y Bandala, V.M. 1995. Guía ilustrada de los hongos del Jardín Francisco Javier Clavijero de Xalapa, Veracruz y Áreas circunvecinas. Instituto de Ecología, A.C.
- Díaz-Barriga, H. 1992. Hongos comestibles y venenosos de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Garnweidner, E. 1998. Setas. Gran Guía de la Naturaleza. Ed. Everest.

## LOS LÍQUENES UN RECURSO DE LAS AREAS FORESTALES DE DURANGO

Ortega Ch. M.A\*, Naranjo J. N\*\*, Herrera C. J\*\*, Avila R. J. A\*\*, Almaraz A. N\*\*  
 \*Tesisista del ITA #1, \*\*Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional, Sigma s/n, Fracc. 20 de Nov., Durango, Dgo., Cp. 34220, México, Becarios de COFAA. nrestori@hotmail.com

### Introducción

Los bosques son vistos principalmente como proveedores de recursos maderables sin embargo no solo en eso radica su importancia, ya que los beneficios más notables que proporcionan es el de captar agua, producir oxígeno, y la conservación del suelo, manteniendo así las condiciones que favorecen la vida, de una gran variedad de organismos, tanto procariontes como eucariontes. Al hacer énfasis en un solo recurso se deteriora la condición general del bosque sin tomar en cuenta los demás componentes y las actividades que estos realizan en el mismo.

Los líquenes son organismos formados por una asociación simbiótica de un hongo (micobionte) y un alga (fotobionte) (1) la mayoría de estos hongos son ascomicetos y unos pocos pertenecen a los basidiomicetos (2). Dependiendo del sustrato donde se encuentren se designan como saxícolas (en roca), cortícolas (en corteza de árbol), lignícolas (sobre madera), terrícolas (tierra) o humícolas (humus). (3)

Debido a su poca utilidad económica estos organismos han sido menospreciados sin embargo su papel ambiental y ecológico es amplio ya que inician la degradación de la superficie de las rocas que permite la posterior formación de los suelos preparando el sustrato para el crecimiento de diversos organismos.

Por su lento crecimiento y la capacidad de absorber ciertos contaminantes son usados como bioindicadores para

monitorear las condiciones ambientales del lugar donde han crecido, como es el caso del monitoreo en la Antártida (4) y en zonas de Europa. (Sistema pan-europeo para el seguimiento intensivo y continuo de los ecosistemas forestales). También sirven como alojamiento y alimento a especies animales, nematodos, aves insectos, etc. por ejemplo las larvas de algunos lepidópteros que se alimentan del ficobionte de líquenes. (5),

En algunos países nórdicos se consume como alimento y fuente de vitamina C, el musgo de Islandia (*Cetraria islandica*). En los países subpolares, el líquen de los renos, *Cladonia rangiferina* sirve de alimento a los renos caribúes y bueyes almizcleros (6). La utilidad más conocida de los líquenes es el uso como fuente de colorantes. La primera tintura de tornasol usada en química para la determinación de pH fue obtenida a partir de los líquenes (7). Recientemente se ha descubierto propiedades antibióticas en ciertas sustancias encontradas en los líquenes (8) mientras que otros se emplean en la perfumería como fijadores (*Evermia prunastri*), *Pseudevermia furturacea* y otros como tintes (*Xanthoparmelia chlorochroa*) (9). De ahí que el objetivo del presente trabajo fue participar en el conocimiento de la liquenoflora de las áreas Forestales de Durango, para su conservación.

### Metodología

Se realizaron colectas de líquenes, al azar en diferentes sitios durante los meses de febrero a mayo del año 2003

Se identificaron y fueron montadas para su conservación los ejemplares para depositarlos, en el CIIDIR-IPN, Dgo., y se realizaron consultas a las bases de datos de los herbarios de la Universidad de Arizona y de la UNAM.

### Resultados y discusión

En las consultas a las bases de datos de los herbarios, se encontró de manera preliminar para el estado existen más de 14 familias, abarcando aproximadamente 36 géneros y 68 especies, entre cortícolas, lignícolas y saxícolas, las cuales fluctúan en rangos de altitud de 1400 a 2680 msnm. Distribuidos sobre vegetación de matorral xerófito de yuca-acacia-nopal, hasta bosques de pino.

Tabla 1. Principales géneros y su distribución altitudinal

Familia	Altitud (msnm)	Géneros reportados
Acarosporaceae	1400-1680	3
Candelariaceae	1680-2215	2
Cladoniaceae	2215-2610	2
Collembolaceae	1400-2215	4
Lacanoraceae	1490-2215	2
Lobariaceae	2215-2550	3
Micareaeae	1400-2550	3
Permetiaceae	1940-2610	22
Patellariaceae	2550	1
Peltigeraceae	2215-2550	2
Physciaceae	1400-2610	3
Teloschistaceae	1940-2550	6
Umbilicariaceae	2550	1
Venuriaceae	1940	1

Entre las especies arbóreas el *Quercus* sp presenta la mayor abundancia de especies de líquenes en relación con las coníferas como *Pinus spp.*

Es importante señalar que estos no son todos los líquenes reportados para el estado.

Conviene generar información en torno a estos organismos mediante su identificación y distribución como primer paso en la búsqueda de alternativas

para preservar este recurso de valor ecológico y biológico.

### Bibliografía consultada.

- Herrera T, Ulloa M. 1990 El reino de los Hongos Micología Básica y Aplicada 1ª edición Editorial Fondo de la Cultura Económica, México
- Ulloa M. 1991 Diccionario Ilustrado de Micología 1ª Edición, Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- [http://www.naturenotes.org/notes/dbiologia/biologia\\_liquenes.htm](http://www.naturenotes.org/notes/dbiologia/biologia_liquenes.htm)
- <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/4128/liquenes.htm>
- Simonson S. 1996 Lichens and Lichen-Feeding Moths (Arctiidae: Lithosiinae) as Bioindicators of Air Pollution in the Rocky Mountain Front Range
- Rivera, M. 1999. Definición de Ecosistema y cómo se altera a partir de la contaminación ambiental. Guaynabo, PR. Centro Eco-Educativo de Puerto Rico
- Fuller, H. 2002 Liqueños. Ed Interamericana 9 edición. México, D. F.
- Ekman, S. (2002) Molecular studies in the lichen family Pannariaceae, CRIPTOGAMIE mycology. Vol.23, nº 1
- Sharnoff S, Sharnoff S. 1997 Lichens: More than meet the eye National Geographic February 1997

## MANEJO DE CUENCAS FORESTALES EN ÁREAS PROTEGIDAS: EL CASO DEL ARROYO EL TECOLOTE, RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLÁN.

Citlali Cortés Montaño<sup>1</sup>, Enrique J. Jardel Peláez<sup>2</sup> y Hugo Orozco Jiménez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT

<sup>2</sup>Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, ejardel@cucec.usdg.mx

### Introducción

Uno de los principales objetivos de la conservación de ecosistemas forestales es mantener la generación de servicios ambientales. Entre estos destaca el papel de los bosques en la regulación de los procesos hidrológicos, la producción de agua, el mantenimiento de su calidad, y la protección de las cabeceras de cuencas. Áreas naturales protegidas como la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán (RBSM) han sido establecidas con objetivos explícitos de protección de cuencas. En este trabajo se analiza la gestión de la cuenca del Arroyo El Tecolote, ubicada al oeste de la RBSM en terrenos del ejido Barranca de la Naranjera (19°34'-19°40' N, y 104°17'-104°28' W). Las reservas de la biosfera en México son áreas protegidas cuyos decretos no cambian formalmente la tenencia de la tierra, pero sí establecen una serie de reglas y lineamientos de manejo que de hecho implican restricciones de uso y limitaciones de dominio sobre la tierra y el uso de los recursos naturales. Estas restricciones están orientadas a la conservación de la biodiversidad y las funciones de los ecosistemas que proporcionan servicios ambientales para el bien común. Esta situación suele crear conflictos de intereses entre los dueños de la tierra, los beneficiarios de la conservación, las dependencias gubernamentales encargadas del manejo de áreas protegidas y la gestión de recursos

como el agua y los bosques, instituciones científicas y organizaciones promotoras de la conservación. Para resolver estos conflictos es necesario diseñar y poner en práctica estrategias innovadoras para el manejo de áreas protegidas, incorporando la participación local y la generación directa de ingresos o compensaciones para los dueños de la tierra, que se ven afectados por las regulaciones de manejo. Estos son aspectos cruciales en el manejo de la RBSM, en la que más del 60% de la tierra se encuentra bajo propiedad comunal o ejidal (Jardel *et al.* 1996, INE 2000).

El Ejido Barranca de la Naranjera enfrenta los problemas prevalentes en las comunidades agrarias de zonas montañosas. Sus terrenos presentan restricciones para la agricultura y las actividades forestales debido a pendientes pronunciadas, suelos someros, déficit estacional de humedad y un complejo mosaico de unidades de vegetación. Al mismo tiempo sus bosques presentan una alta diversidad biológica, comunidades únicas, y hábitats y especies amenazadas o raras, y juegan un importante papel como reguladores y proveedores de servicios ecológicos (Orozco 2001). La mayor parte de los terrenos ejidales de Barranca de la Naranjera se encuentran en la cuenca alta del Arroyo El Tecolote, que representa la principal fuente de agua para la ciudad de Casimiro Castillo y la agroindustria azucarera.

Históricamente, han ocurrido conflictos en torno al uso y control de las fuentes de agua.

### Objetivos

Con el fin de entender con más claridad las relaciones entre los actores involucrados como usuarios y gestores, su medio biofísico, y los beneficiarios de los servicios ambientales de los bosques de la cuenca, este trabajo planteó como objetivos: identificar a los usuarios y cómo usan el agua del arroyo; qué tipo de bosques se encuentran en la cuenca; cuáles son las agencias y los agentes del manejo y la administración del agua; cuál es el costo de las actividades de conservación básicas en la parte alta de la cuenca; y qué valor y usuarios tiene el agua que se produce en la parte alta de la cuenca.

### Métodos

Las condiciones sociales y económicas del área de estudio se caracterizaron a través de revisión bibliográfica y entrevistas semiestructuradas con informantes clave de la comunidad, dependencias de gobierno y dependencias relacionadas con la gestión de la RBSM. Los datos del diagnóstico biofísico se obtuvieron a través de un estudio geocológico basado en el desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) desarrollado a partir de cartografía del INEGI, imágenes de satélite y análisis de unidades del paisaje (Orozco 2001). Se elaboraron mapas descriptivos y un mapa prescriptivo de recomendaciones de uso del suelo, así como un mapa de cambio de cobertura vegetal en la cuenca entre 1971 y 1993. Además, se obtuvieron datos hidrológicos a través de mediciones directas del escurrimiento en el cauce del Arroyo El Tecolote.

### Resultados y Discusión

La tasa de deforestación entre 1971 y 1993 fue de 2.2% anual. Se estima que el porcentaje de cambio de bosque cerrado a agricultura/pastizales ha sido de 12.2% en este período. Asimismo, el mapa de usos recomendados para la cuenca señala que la mayor parte de la superficie (80%) deberá dedicarse a protección por sus condiciones de relieve y suelos. En la cuenca del Arroyo El Tecolote los ejidatarios no reciben ninguna compensación por los servicios ambientales que se producen en sus tierras, y al contrario, invierten en su protección y manejo. Existe un conflicto latente que puede incrementarse si no se negocian acuerdos entre las diferentes agencias encargadas de la gestión de los recursos naturales en la cuenca. La presión sobre las áreas montañosas está incrementando considerablemente. Considerando que los problemas ambientales surgen como resultados de procesos económicos distorsionados, marginalización y maldesarrollo, es urgente diseñar estrategias apropiadas para la conservación y el manejo de los recursos naturales. Estas estrategias deben incluir tanto reformas a los marcos legislativos e institucionales existentes, como el diseño de medidas apropiadas que representen oportunidades para los pobladores y usuarios directos de los recursos en conflicto.

### Literatura citada

- INE 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. INE-SEMARNAP, México, D.F.
- Jardel P., E.J., E. Santana C., S. Graf M. 1996. The Sierra de Manantlán Biosphere Reserve: conservation and regional sustainable development. *Parks* 6(1):14-22.
- Orozco, H. 2001. Ecología del Paisaje de Barranca de la Naranjera. Tesis de licenciatura. CUCBA-Universidad de Guadalajara.



Carlos Matán R.

**Introducción.** El desarrollo sustentable entendido como el de cambio donde el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, las inversiones y la orientación científica se realizan manteniendo el potencial actual y futuro de satisfacción humana no es alcanzable a través de una táctica global, la estrategia sustentable debe considerar los problemas locales. Dentro de una visión nacional el objetivo central del desarrollo sustentable no puede ser otro que el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Al adoptar la Declaración de Principios Relativos a los Bosques y el Capítulo 11 del Programa 21, se reconoce la importancia de la ordenación sostenible de todos los tipos de bosques. Un paso importante señalado es la elaboración de criterios e indicadores del manejo forestal sustentable por lo que es necesario revisar su práctica considerando las condiciones de los bosques mexicanos así como las sociedades y procesos económicos que sustentan. El Programa Nacional Forestal 2001-2006 establece que los objetivos del MFS de incrementar la productividad, mejorar la calidad de las masas forestales e incrementar la superficie bajo ordenación se alcanzarán al mejorar los sistemas de manejo incrementar la calidad de la planeación del manejo de los recursos naturales promover la certificación y desarrollar criterios e indicadores.

**Objetivo.** El monitoreo de la sustentabilidad a través de los C&I en los estados de importancia forestal establece niveles de su condición, detecta cambios y evalúa factores de estrés o de interés, aportando datos de decisión, supervisión técnica y observancia de las entidades normativas, público y certificadores.

**Método.** El INIFAP ha impulsado, entre otras iniciativas, la participación de México en la primer evaluación de C&I a escala de Norteamérica, celebrada en Boise, Idaho en 1998 la cual fue aprobada en el foro de la Comisión Forestal de América del Norte (COFAN), presentado en Junio de 2000, en razón de que la prueba Norteamericana, llamada CIFOR NA, pretendía ofrecer una lista de C&I para todo el contexto de Canadá,

EUA y México. La representación mexicana hizo entonces hincapié en la necesidad de generar una prueba más que agregara a CIFOR NA el contexto específico de México. El desarrollo de las pruebas en Chihuahua han continuado a lo largo de dos años generando una metodología así como una lista de indicadores específicas para las condiciones sociales, económicas y ecológicas de los bosques mexicanos. Así mismo, esta iniciativa se está validando por otros investigadores del INIFAP en los estados de Durango, Coahuila, Jalisco, Michoacán, Veracruz, Puebla, Tlaxcala y Querétaro esto impulsado por el Proyecto Estratégico Nacional "Desarrollo de criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad en bosques templados".

**Resultados.** En México existe una apremiante necesidad de contar con la información básica sobre el uso y conservación de los ecosistemas forestales los cuales se destruyen a una tasa de cerca de 600 mil ha anuales. El caso de Veracruz es muestra de este hecho resumiéndose en áreas arboladas reducidas, pérdida de biodiversidad, bajos rendimientos, elevada inmigración y altos costos de extracción, transporte y transformación.

**Principio Ecológico.** La identificación de sitios con alta diversidad biológica es una prioridad de cualquier actividad de conservación ya que su acelerado deterioro obliga a conocer, a corto plazo, la mayor diversidad posible. Veracruz cuenta con dos circunstancias: Es la tercer entidad de mayor diversidad biológica contando 19 tipos de vegetación, distribuidos en cuatro sistemas ecológicos: Bosques de coníferas y encinos, Selvas baja caducifolia y tropical perennifolia y vegetación acuática. Empero, también es uno de los estados con mayor deterioro: En 1981 el 25% de la cubierta vegetal se encontraba en condiciones íntegras y el 10% presentaba perturbación, en aquel entonces un 36.4% del territorio estaba protegido por vegetación original en distintas condiciones.

La superficie forestal "perturbada" y "fuertemente perturbada" para 1992 sumaba 1,350 mil ha estimándose que 23% del

territorio poseía condiciones óptimas de vegetación y 18.8% perturbación.

**Principio Social.** La explotación de los recursos naturales han configurado desde inicio del siglo XX el arreglo social del campo veracruzano en todas las escalas del poder, donde las iniciativas civiles son sometidas y boicoteadas. La gestión pública del medio se caracteriza por la falta de recursos, carencia de conocimientos básicos y tecnológicos para el aprovechamiento sostenido, además de la ausencia de una administración eficiente. Así se distinguen en los ecosistemas una misma política de devastación, ya sea el trópico húmedo, el bosque mesófilo o los ecosistemas templado subhúmedos.

**Principio Económico.** Los bosques de pino en Veracruz son relativamente pobres y de extensión limitada. Así en las zonas altas y frías, las masas arboladas están constituidas principalmente por *Pinus hartwegii* en los límites de la vegetación alpina entre los tres y cuatro mil m. En las zonas más protegidas de las grandes altitudes cerca del límite arbolado es común encontrar *Abies religiosa* (Pico de Orizaba, Cofre de Perote y otras zonas) y a medida que disminuye la altitud se encuentran bosques mezclados de pino-encino. En las partes más bajas y hasta 500 m habitan el *P. oaxacae*. Los límites con Puebla, cerca de Perote, señalan una zona de transición entre la templada-húmeda y la templada con vegetación semiárida caracterizada por una pequeña población de *P. combroides* mezclado con *Quercus microphylla* y manchones de bosque de *Juniperus deppeana*, a una altitud de 2,500 m. En Tlapacoyan se localiza un área restringida de *P. strobus* var. *chiapensis* a una altitud de 500 m que crece en los límites de las selvas con los bosques caducifolios mezclándose *Brosimum alicastrum*, *Brunellia mexicana*, *Cyathus costaricensis*, *Quercus excelso*, *Hemiphaea integerrima* y *Nephrolepis mexicana*. Así también se señalan que las formaciones de encinos se encuentran principalmente en las regiones templadas y cálidas presentando una gran diversidad biológica con más de cuarenta especies divididas en dos grupos dimárficos de las regiones templadas y cálidas.

La deforestación de las sierras veracruzanas resulta de complejos procesos imbricados y promovidos por políticas hacia el sector rural incapaces para impulsar un desarrollo social ambientalmente sostenible. Las vedas implantadas desde 1946 hasta 1978, los

desmontes promovidos hasta la década de los 80, una ganadería extensiva, monocultivos comerciales con alta demanda de insumos químicos, el reparto de tierras forestales para fines agrícolas. Es un hecho concreto el actual desastre ecológico veracruzano patentizado en estadísticas lamentables como las del proceso erosivo cuyos datos adquieren dimensión al considerar que una pérdida de suelo mayor a 50 ton/ha/año es signo de erosión severa, y aunque el estado cuenta con buenas condiciones climáticas que permiten una rápida recuperación de la cubierta vegetal el 40 por ciento del territorio son zonas semanas con pendientes fuertes y lluvias intensas. El 29.5 % de la superficie estatal presentan signos de erosión moderada, el 8.75 % erosión alta y 0.86 % erosión severa.

**Discusión.** La historia del aprovechamiento silvícola en Veracruz ha devenido de una explotación sin normatividad hasta una necesidad de definiciones metodológicas para el incremento de la calidad, integridad y eficiencia próxima a los principios y criterios sustentables. A causa de una veda de veinte años de bosques disminuidos y de poco valor comercial se puso el clandestinaje y la pauperización rural. Veinte años después se transita hacia variantes diferentes y aunque continúa la degradación del medio se están consolidando empresas forestales sustentables, siendo precisamente los elementos rescatables una apropiación formal de los bosques y su valoración como fuente de ingreso y bienestar.

**Conclusiones.** El diálogo sostenible que en tiempos muy recientes es ventilado en el diálogo de la academia ha permitido aclarar muchas confusiones que habían caracterizado el puro discurso teórico, la posibilidad de un articulado proceso de evaluación y definición con base en C&I permiten el ingreso de diversos sectores de sus necesidades y aspiraciones. Sin embargo, la identificación de los puntos críticos de los sistemas demanda una aceptación de autoridades y sociedad para pugnar por su corrección, sin esta voluntad difícilmente cualquier esquema podrá presentar la realidad y posibilidad de cambio.

<sup>1</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP, cmatan@inifap2.inifap.conacyt.mx

## "POSIBILIDADES DE CAPTURA DE CARBONO PARA PROTECCION DE LA ZONA FORESTAL DE LA CUENCA DE MORELIA"

Dr. Alberto F. Gómez Tagle Rojas<sup>1</sup>, MC. Yolanda Chávez Huerta<sup>2</sup>, Biol. Alberto Gómez Tagle Chávez<sup>3</sup>, Biol. Hugo Zepeda Castro<sup>3</sup>, Biol. Esperanza Díaz Fernández<sup>4</sup>

### INTRODUCCIÓN

Este es un proyecto, fundamentado en las nuevas tendencias de manejo sustentable de los recursos forestales para su aplicación en la Cuenca de Morelia (porción sur). Desde 1972 en la reunión de Estocolmo para el Medio Ambiente se contempló como un problema la producción del CO<sub>2</sub> y CO como productos de la industrialización en su mayor parte, sin embargo fue hasta la reunión de Río de Janeiro 1992 cuando hubo una conciencia generalizada sobre el agotamiento de la capa de ozono, la degradación de bosques y selvas y la acumulación de dióxido de carbono atmosférico iniciándose la cooperación internacional respecto a la magnitud de contaminación planetaria que están produciendo las potencias industrializadas. A nivel local los bosques de la porción sur de la Cuenca de Morelia tienen una importancia capital por ser esta el área de infiltración que genera el agua que necesita casi 1,000,000 de habitantes. En este caso se considera la captura de carbono como una opción para conservar los bosques y su riqueza.

### OBJETIVOS

- Evaluar el potencial de captura de carbono de las masas forestales mediante monitoreo, en la Cuenca de Morelia.
- Desarrollar las bases para un programa de captura de carbono en las áreas forestales de la Cuenca de Morelia.

### METODOLOGÍA

Se realizó en cuatro fases que fueron: cuantificación de la captura de carbono, evaluación del riesgo de incendio con base en variables físicas, ubicación de las zonas forestales de abastecimiento hídrico y transferencia de tecnología (en talleres). Todo ello teniendo como marco la Cuenca de Morelia en su porción sur, con una población que se aproxima al 1,000,000 de habitantes.

### RESULTADOS

Durante su primera etapa, el proyecto cuantificó el rendimiento que tienen en

captura de carbono los bosques de la cuenca que abastece el agua de Morelia. Este enfoque reciente, se refiere a la posibilidad que tiene el arbolado forestal de fijar el bióxido de carbono contaminante de la atmósfera, en forma de materia lignocelulósica y las posibilidades de incluirse dentro de un contrato internacional para la venta de este carbono capturado, los resultados indican 1'218,512 ton de carbono acumuladas en 5,773 ha de un total de 34,098 ha. Es de gran importancia saber esto porque las comunidades pueden verse beneficiadas económicamente al pagarse el cuidado de los bosques, con dinero que procede de asociaciones internacionales. En la segunda etapa se evaluó el riesgo de incendio como uno de los componentes que determinan tanto la captura del carbono como la conservación de los bosques.

Las cuantificaciones directas de campo señalan diversos niveles de riesgo de incendio, estos van desde 9% ligero hasta intenso de 62%. Con ello se beneficiarían los ejidatarios y comuneros protegiendo sus bosques.

La tercera etapa integró información sobre el estado de las zonas de importancia en la captación e infiltración de agua, su relación con la captura de carbono y el riesgo de incendio. Con estos resultados se podrán realizar plantaciones forestales, manejo forestal para producción de agua, subcuencas de conservación y alternativas para ello, la mejor zona de infiltración está al sur de Morelia y es Tumbisca e Ichagueo. En la cuarta etapa se desarrollaron talleres de transferencia de tecnología y actividades como cursos de capacitación, conferencias, difusión en folletos, etc..

### DISCUSION

Es importante un programa de capacitación y actualización a los dueños de morie, técnicos y/o profesionales forestales de las dependencias estatales y federales sobre los resultados de este estudio y sobre las nuevas tendencias y el enfoque de la sustentabilidad en el ramo forestal, sobre todo con el sentido de conservar las masas forestales para la captura de carbono.

En las áreas donde se tienen aprovechamientos autorizados mediante un programa de manejo forestal tradicional y son de elevado potencial de captura de carbono, se debe aplicar básicamente el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares en el cual se utiliza el Método de Selección para conservar la irregularidad de las masas forestales, tratando de extraer un volumen menor al incremento anual del bosque. No es conveniente aplicar el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), porque origina grandes áreas sin cobertura y disminuye la captura de carbono.

### CONCLUSIONES

- Por la disposición de las masas forestales, se observaron zonas de mayor densidad forestal en la parte sur de la cuenca de Morelia.
- El parte-aguas inmediato al sur de la ciudad de Morelia, tiene los bosques más densos. En estas zonas se encontraron densidades hasta de 600 árboles por hectárea con un incremento volumétrico natural entre 1.93 y 8.88 m<sup>3</sup>/ha que se traduce aproximadamente en 388.45 ton/ha de carbono.
- La zona que se observa hacia el sudeste de la presa de Umeucuaru registra entre 147 y 247 ton/ha de carbono y la zona del cerro Burro registró 388 ton/ha de carbono, esta es la porción más poniente de la zona estudiada y colinda con la Cuenca de Pátzcuaro.
- El parte-aguas en la zona sur de la cuenca de Morelia es de importancia extrema para la alimentación hídrica de la capital del Estado.
- Los bosques más conservados para este tipo de proyecto, están ubicados al sudeste de Morelia y colindan hacia la cuenca del Balsas. Aquí urgen medidas para evitar la deforestación clandestina y los tratamientos silvícolas autorizados que están ocurriendo actualmente (Septiembre de 2001), debido a que esta es una de las fuentes más importantes de captación de agua y están localizados los bosques de mejor incremento y captación de carbono.
- Los bosques de Acuitzio y Villa Madero tienen buenas posibilidades de entrar en un proyecto de venta de carbono, pero requieren cuidado y tratamientos para no disminuir más, sus existencias.

Los bosques que están entre el sur de Umeucuaru y la ladera norte del Cerro Burro están en un intenso estado de degradación, en esta zona es complicado llevar a cabo el proyecto, su registro es de 83.25 ton C/ha. Sin embargo están localizados en zonas estratégicas para la captación hídrica. Es indispensable iniciar un programa de reforestación y revegetación productivas con incentivos económicos para los dueños de esos bosques.

### INSTITUCIONES

- UMSNH-INIRENA
- INIFAP-Morelia  
Facultad de Biología UMSNH  
Maestría en Limnología INIRENA-UMSNH
- INIFAP-Morelia

## Throughfall Fluxes in Subtropical Montane Forests of the Sierra Madre Oriental (Nuevo León, México)

J. S. Flores Laureano<sup>1</sup>, D.E. Carlyle-Moses<sup>2</sup>, A.G. Price<sup>3</sup> and J. Nívar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>DGETA-CBTA 29, Carretera Nacional km 158, Linares N.L., CP 67880, México.  
 <jsl.floreslaureano@utoronto.ca>

<sup>2</sup>Graduate Programme in Geography, Department of Geography, University of Toronto, 100 St-George St., Toronto, Ontario, M5S 3G3, Canada. <d.carlyle.moses@utoronto.ca>

<sup>3</sup>Department of Physical and Environmental Sciences, University of Toronto at Scarborough, 1265 Military Trail, Toronto, Ontario, M1C 1A4, Canada. <tony.price@scar.utoronto.ca>

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 145, Linares N.L., CP 67700, México. <j.nivar@ccr.dal.uant.mx>

### Introduction

Throughfall (TF), the understory water flux that is comprised of incident precipitation (Pg) passing directly through the vegetation canopy or dripping from that canopy, has been found to be the largest season-long canopy water flux within most vegetation communities, including forest stands. A review of the canopy water flux literature by the authors suggests that TF typically accounts for 81–84% of Pg input to foliated temperate deciduous stands during the growing season. Throughfall in coniferous forests typically represents 72–74% of season-long and annual Pg. Previous canopy water flux studies in the Sierra Madre Oriental (e.g., Charles, 1998; Cantú-Silva and González-Rodríguez, 2001) suggest that TF in oak and pine-oak forests is similar. If it can be shown that season-long TF is independent of vegetation type in these and other Sierra Madre Oriental communities this will greatly assist those interested in assessing the water balance of watersheds in this mountain range.

### Objectives

This study was conducted in order to expand the current state of knowledge regarding canopy water fluxes in the Sierra Madre Oriental and may be viewed as a first step towards evaluating the water budget of this complex mountainous region. The specific objectives of this study were to: 1) determine the magnitude of TF within representative vegetation communities in the study area; 2) identify the influence of vegetation type on this canopy water flux, and 3) evaluate the spatial and temporal variability of TF within the study area.

### Materials and methods

The study was conducted between March 1999 and July 2001 within the Canada Las Enramadas watershed of the Bosque Esquela Experimental Research Station of

the Universidad Autónoma de Nuevo León, located in the Municipality of Irbide in the State of Nuevo León, Mexico (24°43' N, 99°52' W). Mean annual Pg in the region is approximately 687 mm, while mean annual temperature is 13.9°C.

Five study plots were selected representing the dominant vegetation communities within the Canada Las Enramadas watershed: matorral (shrub) – Plot 1; mixed cedar (*Juniperus flaccida*) – oak (*Quercus glaucooides*) – ash (*Fraxinus cuspidata*) – Plot 2; dense oak (*Q. canbyi*) with ash (*F. greggii*) – Plot 3; sparse oak (*Q. canbyi*) and *Q. cupressata* – Plot 4, and mixed pine (*Pinus pseudostrobus*) – oak (*Q. canbyi*) and *Q. laeta* with *Arbutus* spp. – Plot 5. Tree / plant characteristics for each plot are given in Table 1.

Two Pg gauges (orifice area = 638 cm<sup>2</sup>, each) were situated in close proximity (within 20 m) to each of the study plots in open clearings. Within Plots 2, 3, and 4 a random array of twenty-five (25) fixed TF collectors (orifice area = 638 cm<sup>2</sup>) were situated beneath the canopies. At Plots 1 and 5, thirty-five throughfall collectors were used. The number of collectors differed because Plots 1 and 5 were used for an additional canopy water flux study (see Carlyle-Moses, 2002). The collectors used at Plot 5 were similar to those used in Plots 2, 3, and 4, however, in Plot 1 smaller gauges were used (orifice area = 95 cm<sup>2</sup>) due to the smaller plant height. Throughfall was measured on an event basis.

Tree Variable	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5
Mean dbh (cm)	NA	28.4	22.0	18.7	15.6
Basal Area per ha (m <sup>2</sup> )	NA	17.0	23.4	20.9	21.8
Mean height (m)	NA	7.5	10.1	9.7	8.2
Canopy Cover (%)	59.4	52.9	80.7	57.8	48.9

### Results

Sixty-four Pg events with a total depth of 1035 mm were measured at the field site meteorological station during the period of March 19, 1999 – July 03, 2001. The average Pg depth was 15.9 mm, while the largest event occurred between July 02 – 05, 2000 with a total depth of approximately 124 mm. The smallest events were trace events (< 0.25 mm) and occurred on several occasions, especially during the dry season with the passage of cold fronts.

Study period mean Pg depth (mm), TF (mm) and TF (%) values for each plot are provided in Table 2. It should be noted that due to logistical problems the number of events and the number of collectors used varied among plots. Throughfall ranged from 84.7% of Pg at Plot 2 to 87.4% at Plot 4. An analysis of covariance, with Pg as the covariate, showed that there is no statistical difference ( $p > F = 0.4481$ ) in TF among the plots. Throughfall (%) was also found to be similar between dry-season (average = 86.2%, all plots) and wet season (average = 87.2%, all plots) periods.

Table 2: Mean Pg (mm), TF (mm) and TF (%) for the five study plots during the study period.

Plot	Mean Pg (mm)	Mean TF (mm)	Mean TF (%)
1	17.2	15.0 ± 1.1	87.3
2	18.1	15.3 ± 0.9	84.7
3	18.8	16.0 ± 1.1	85.2
4	17.7	15.5 ± 1.1	87.4
5	15.6	13.5 ± 1.0	87.0

Throughfall (%) for small Pg events (< 5 mm) was found to be much less than for large events (> 15 mm), while the spatial variability of TF (expressed as a coefficient of variability [CV]) within plots was larger for small events and greater for large events. For example, in plot 5 TF (%) for small events averaged 60.0%, while for large events it averaged 88.3%, and the CV of TF averaged 71.8% in Plot 1 for small events and only 12.7% for large events. Event TF (mm), with all plots pooled, was found to be a linear function of Pg:

$$TF = 0.896 Pg - 0.56 \quad r^2 = 0.996 \text{ (Eq. 1)}$$

### Discussion and conclusions

No statistically significant differences in TF (%) between the study plots were found suggesting that this flux is much more dependent on Pg characteristics than stand characteristics. It was also found that TF is much smaller during small events (< 5 mm)

than for larger events (> 15 mm) due to the influence of canopy storage and subsequent interception loss being relatively large during small Pg events. The findings suggest that TF, although highly variable within plots, is similar between diverse vegetation plots in the region. This finding suggests that those wishing to assess the water balance of vegetated watersheds in this region may consider season-long and annual TF fluxes to be non-variable among differing vegetation communities. The authors suggest that Eq. 1 may be used as an estimate of TF in this region if no other data is available.

### References

- Cantú-Silva, I. and González-Rodríguez, H., 2001. Interception loss, throughfall and stemflow chemistry in pine and oak forests in northeastern Mexico. *Tree Physiol.* 21, 1009-1013.
- Carlyle-Moses, D.E., 2002. Measurement and Modeling of Canopy Water Fluxes in Representative Forest Stands and a Matorral Community of a Small Sierra Madre Oriental Watershed, Northeastern Mexico. Ph.D. dissertation, Department of Geography, University of Toronto, 217 p.
- Charles, C., M.F., 1998. Medición y estimación de los componentes de la intersección en cuatro comunidades representativas del nordeste de México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES

VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

## VIVEROS Y PLANTACIONES FORESTALES

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES

## ACUMULACIÓN DE BIOMASA, DESARROLLO DE HOJAS SECUNDARIAS Y MORTANDAD DE PLÁNTULAS DE *Pinus leiophylla* DE DIFERENTES POBLACIONES BAJO DÉFICIT HÍDRICO.

Tomás Martínez Trinidad<sup>1</sup>, J. Jesús Vargas Hernández<sup>1</sup>, Javier López Upton<sup>1</sup>, Abel Muñoz Orozco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, C.P. 56230, Km. 36.5 Carr. Méx.-Tex. Montecillo, Edo. de México. email: tomtz@colpos.com; vargashi@colpos.colpos.mx

**INTRODUCCIÓN.** Las poblaciones naturales de *Pinus leiophylla* Scht. et Cham. de la región central de México presentan un grado considerable de deterioro, causado por factores como el cambio de uso de suelo y la tala clandestina. El conocimiento de la variabilidad genética al déficit hídrico ayuda a determinar fuentes de semilla tolerantes, permitiendo seleccionar genotipos ideales para las condiciones ambientales a reforestar. Es importante conocer si las diferencias existentes en la respuesta por parte de diferentes poblaciones al déficit hídrico se mantienen en términos de varias características de crecimiento. Por lo tanto, en este estudio se consideró evaluar la respuesta de plantas de *P. leiophylla* al déficit hídrico en términos de distribución de biomasa y desarrollo de hojas secundarias; así como determinar el nivel de variación entre poblaciones en la mortalidad y daño a las plantas por efecto de déficit hídrico.

**MATERIALES Y METODOS.** Se establecieron dos ensayos para determinar la respuesta al déficit hídrico de plántulas de 11 poblaciones de *Pinus leiophylla* Scht. et Cham. previamente caracterizadas por Martínez *et al.* (2002) en dos grupos ("agotador" y "ahorrador") con base en el consumo de agua de las plantas (Cuadro 1). En el primer ensayo se evaluó el incremento en biomasa y el desarrollo de hojas secundarias en plantas sometidas a tres niveles de humedad (S0 "control", S1 "déficit moderado" y S2 "déficit severo") durante dos meses (periodo de sequía), seguido por un periodo de recuperación de cuatro meses. En el segundo ensayo se suspendió el riego durante 12 días, y dos meses después se evaluó la mortalidad y el daño en el brote terminal de las plantas.

Cuadro 1. Características geográficas del origen de las poblaciones de *Pinus leiophylla*, que conforman los grupos "agotador" y "ahorrador" de agua (Martínez *et al.*, 2002).

Grupo	Población número	Ubicación	Altitud (m)		
			L.N.	L.W.	
Grupo "agotador"	Tehuacanico, Méx. (1)	19°11'	98°47'	2550	1072
	Tehuacanahuac, Méx. (2)	19°27'	98°47'	2700	750
	Amecameca, Méx. (3)	19°10'	98°48'	2550	936
	San Rafael, Méx. (4)	19°13'	98°45'	2900	1072
	San Juan Teñitl, Pue. (7)	19°15'	98°33'	2950	950
	San Felipe, Tex. (8)	19°28'	98°33'	2630	822
	Grupo "ahorrador"	Tehuacan, Méx. (5)	19°03'	98°34'	2700
Tehuacan, Pue. (6)		19°21'	98°36'	2500	1100
Esperanza, Tlax. (9)		19°27'	98°04'	2500	879
La Malinche, Tlax. (10)		19°19'	98°00'	2780	800
La Malinche, Tlax. (11)		19°14'	97°57'	2860	800

La numeración corresponde a la asignada por Martínez *et al.*, 2002.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** La acumulación de biomasa se redujo 80% durante el periodo de sequía; en cambio durante el periodo de recuperación la acumulación de biomasa fue similar en los tres niveles de humedad. Poblaciones "ahorradoras" de humedad fueron más sensibles al déficit hídrico, pero durante el periodo de recuperación acumularon mayor biomasa que las poblaciones "agotadoras". Aunque la interacción de las poblaciones con los niveles de humedad no fue significativa encontraron diferencias importantes en la acumulación de biomasa entre poblaciones. Por ejemplo, al final del periodo de sequía, existen diferencias en la acumulación de biomasa hasta de 30% entre las poblaciones del grupo "agotador" y hasta de un 25% dentro del grupo "ahorrador".

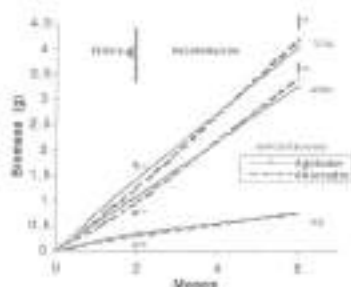


Figura 1. Incremento en biomasa total, parte aérea y raíz en plantas de dos grupos de poblaciones de *P. leiophylla* durante el periodo de sequía y de recuperación. (Preferencia honesta significativa con  $\alpha=0.05$  entre incrementos de grupos).

El déficit hídrico severo también ocasionó un retraso en el desarrollo de hojas secundarias, siendo notorio únicamente en condiciones severas (S2). En dicha condición, el grupo "ahorrador" presentó un desarrollo significativamente más lento que el grupo "agotador". Dentro de cada grupo también se encontró una amplia variación en poblaciones en el desarrollo de hojas secundarias. Por ejemplo, en el grupo "agotador" el porcentaje de plantas que formaron hojas secundarias varió de 38.1 a 62.8% y el número de días varió desde 107 hasta 126. Mientras que en el grupo "ahorrador" esos valores variaron de 21.1 a 36% y de 128 a 139 días, respectivamente. En función a un menor consumo de agua, el grupo "ahorrador" presentó menor mortandad y daño al brote terminal en comparación al grupo "agotador".

Cuadro 4. Porcentaje de plantas que desarrollaron hojas secundarias y número de días requeridos para alcanzar el 100%, en dos grupos de poblaciones sometidas a tres niveles de humedad del suelo.

Grupo de plantas	Plantas con hojas secundarias (%)			Días en lograr el 100%		
	S0	S1	S2	S0	S1	S2
Agotador	74.0	70.1	50.2	93	92	115
Ahorrador	29.3 a	26.7	29.0	93	93	131

S: Porcentaje durante los primeros tres períodos; y número de días requerido para que todas las plantas presentaran hojas secundarias. a,b: Las diferencias en una misma columna representan diferencias significativas ( $p=0.05$ ) entre grupos de poblaciones.

CONCLUSIONES. El déficit hídrico afectó drásticamente la acumulación y distribución

de biomasa y el desarrollo de hojas secundarias. A pesar de que las plantas mostraron una recuperación muy rápida después del periodo de sequía los efectos del déficit hídrico sobre la acumulación de biomasa permanecen aún cuatro meses después del periodo de sequía. La sequía severa ocasionó un retraso considerable en la formación de hojas secundarias, con diferencias notorias entre grupos y entre poblaciones dentro de cada grupo. El grupo "ahorrador" fue más sensible al déficit hídrico, de tal manera que presentó un mayor retraso en el desarrollo de hojas secundarias, asociado con una reducción de la tasa de crecimiento; lo anterior, como un mecanismo para reducir el consumo de agua y sufrir menos daños. Las plantas del grupo "ahorrador" tuvieron una menor tasa de consumo de agua y presentaron una menor mortandad y longitud dañada en el brote terminal que las poblaciones del grupo "agotador".

#### BIBLIOGRAFÍA

- Kozubski, T. T., P. J. Kramer, and S. G. Palardy. 1991. Academic Press, New York. 657 p.  
 Martínez T., T., Vargas H., J. Muñoz O., A y J. López U. 2002. *Agrociencia* 36(3):365-376.  
 Siler, J. R., and J. D. Johnson. 1988. *For. Sci.* 34:487-495.  
 Venator, C. R. 1976. *Turkey* 26:281-287.  
 Zhang, J., J. D. Marshall, and L. Fine. 1996. *For. Sci.* 42:242-249.

#### Desarrollo de cultivares de rápido crecimiento de *Cupressus lindleyi*: propuesta frente a la tala clandestina en zonas templadas.

Carlos Alberto Ramírez Mandujano<sup>1</sup>, Alejandro Zamora Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [cramirez@zeus.umich.mx](mailto:cramirez@zeus.umich.mx); [carm@todito.com](mailto:carm@todito.com).

Introducción. La tala clandestina es actualmente incontrolable, y es probablemente la primera causa de la pérdida acelerada de las masas forestales en las regiones templadas de México. Este fenómeno afecta directamente a las especies de mayor valor comercial, principalmente al género *Pinus*. Un serio problema es el crecimiento lento de los árboles y el prolongado tiempo que lleva el restablecimiento de las masas forestales. Cuando se logra regenerar el bosque, sea en forma natural o artificial, es nuevamente talado. Es evidente que reforestar con pinos lleva consigo un alto riesgo. El objetivo de la presente propuesta es ofrecer una alternativa que asegure la existencia de bosques en la zona templada con fines puramente ecológicos.

Antecedentes. El cedro blanco (*Cupressus lindleyi*) es una especie conifera de escaso valor comercial que se encuentra en forma silvestre en el centro y sur del país y se utiliza en programas de reforestación, mostrando una gran adaptabilidad y una velocidad de crecimiento entre 50 y 100% superior a los pinos nativos y una precocidad en la producción de semilla de cerca de 1/5 respecto de los mismos. Esta última característica brinda la posibilidad de aplicar selección recurrente en periodos cortos y con un avance en el tiempo cinco veces superior al de los pinos nativos, lo que permite superar el problema que enfrenta la selección recurrente aplicada a especies

forestales por lo prolongado de la etapa juvenil (Zobel y Talbert, 1988). Hasta donde sabemos no hay trabajos de mejoramiento genético de esta especie en México, pero existen informes de selección de familias de rápido crecimiento en otros países (Cornelius *et al.* 1996; Mugasha *et al.* 1997). La selección de individuos o familias de rápido crecimiento puede iniciarse en los primeros años de vida de los árboles dado que se ha encontrado una alta correlación entre velocidad de crecimiento en altura y en volumen a edades de cerca de ocho años, suficientes para conformar una masa arbolada compacta, con las mismas a edades de menos de cuatro años (Xie and Ying, 1996; Gwaze *et al.* 1998). La importancia de la selección indirecta en edades tempranas dentro del rango señalado de edades ha sido claramente reconocida (Wu, 1999).

Metodología propuesta. Dado que existe una gran cantidad de plantaciones de edad uniforme, es posible utilizarlas para seleccionar los individuos de más rápido crecimiento en relación a sus compañeros, para luego conducir ensayos de progenies hasta la edad de cuatro años. De los ensayos se puede evaluar el potencial de avance genético al mismo tiempo que se identifica a las mejores familias. La posterior eliminación de las progenies inferiores convertirá al ensayo en huerto semillero que produce semilla de primer ciclo ya recombinada, lista para iniciar el segundo ciclo de selección recurrente.

En 20 años podemos completar cuatro ciclos de selección y tener un producto que regenera las masas arboladas en probablemente 2/3 del tiempo que actualmente se requiere con el mismo cedro y 1/3 con el pino.

Discusión. La variabilidad y el avance genético pudiera ser limitado porque las plantaciones donde se haga la selección inicial de árboles de rápido crecimiento provengan de semilla de pocos árboles que surtan a los viveros. Sería conveniente incluir colectas procedentes de rodales silvestres en los ensayos de progenies, que deben tener mayor variabilidad genética pero que no permiten la posibilidad de la selección inicial de individuos de rápido crecimiento. Existen informes que señalan que la selección temprana por rápido crecimiento no siempre puede garantizar el rápido crecimiento en etapas avanzadas (Toyama, 1996), pero si el objetivo es solamente la repoblación forestal, lo más importante es el rápido crecimiento inicial. Por otra parte, como es una especie de escaso valor comercial, la justificación sería principalmente ecológica. La ventaja frente a la casuarina (*Casuarina ssp.*) es que tiene un mayor valor económico potencial, y el hecho de ser nativa. La desventaja frente a las latifoliadas como el encino (*Quercus ssp.*) es la falta de capacidad para retoñar después del corte y la ventaja ecológica su menor valor económico. La relativamente fácil propagación vegetativa puede poner disponible un cultivar de crecimiento significativamente más rápido después de un solo ciclo de selección que sería complementado con evaluación clonal.

#### Bibliografía.

Cornelius, J., L. Apedalle, F. Mesen. 1996. Provenance and family variation

in height and diameter growth of *Cupressus lusitanica* Mill. at 28 months in Costa Rica. *Silvae Genetica* 45(2-3): 82-85.

Gwaze, D.P., J.A. Woolliams, P.J.Kanowski. 1998. Optimum selection age for height in *Pinus taeda* L. in Zimbabwe. *Silvae Genetica* 46(6) : 358 - 365.

Mugasha, A.G., S.A.O. Chamshama, L. Nshubemuki, A. Iddi, A. I. Kindo. 1997. Performance of thirty two families of *Cupressus lusitanica* at Hambalaweji, Lushoto, Tanzania. *Silvae Genetica* 46(4) p. 185-192.

Toyama, S. 1996. 101 families of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. DON). Analysis of growth over 50 years. *Silvae Genetica*. 45 (5-6) : 308 - 311.

Wu, H. X. 1999. Study of early selection in tree breeding - 2. Advantage of early selection through shortening the breeding cycle. *Silvae Genetica*. 48 (2) : 78 - 83.

Xie, C.Y. and C.C. Ying. 1996. Heritabilities, age-age correlations, and early selection in lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*). *Silvae Genetica* 45(2-3) : 101-107.

Zobel, B. Y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento de árboles forestales. Limusa México.

## EFFECTO DE LA PODA QUÍMICA DE RAÍZ EN VIVERO EN LA BIOMASA RADICAL EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus greggii*

Jorge Barajas R., Amulfo Aldrete, Javier López U. y Jesús Vargas H.  
Programa Forestal. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Correo-e: barajas78@colpos.mx

INTRODUCCIÓN. El género *Pinus* es uno de los más grandes e importantes géneros de coníferas en el mundo. Los pinos comprenden unas 100 especies, numerosas variedades y formas, así como un gran número de híbridos tanto naturales como artificiales (Perry, 1991). La importancia en el estudio de la raíz radica en las funciones ecológicas y fisiológicas que desempeña, actuando como anclaje, almacén y suministro de recursos para el árbol (Millikin *et al.*, 1999; Drexhage *et al.*, 1999). Existen algunas prácticas culturales que se realizan en el vivero, entre ellas tenemos la poda de raíces. La poda de raíces tiene como objeto aumentar la fibrosidad, posteriormente al trasladar la planta a campo esta presentará una mejor sobrevivencia y crecimiento (Watson *et al.*, 1967). La biomasa y almacenamiento de nutrientes en la raíz puede alcanzar en algunos casos de un 60 a 80 % de la biomasa total de la planta, en árboles la biomasa se almacena en raíces estructurales así como en las finas que presentan una alta tasa de reciclaje (Millikin *et al.*, 1999). El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el número de raíces y la biomasa radical de *Pinus greggii* en condiciones de campo tres años posteriores a la plantación, como respuesta a la poda química de raíz aplicada en el vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS. La presente investigación se efectuó en la localidad de Cuauapantla, Municipio de Acaochitlán en el estado de Hidalgo. Geográficamente se localiza en las coordenadas: 20° 9' 52" Latitud Norte y 98° 13' 31" Longitud Oeste. La plantación forma parte de un experimento establecido en el año de 1998, en donde se probaron diversos tratamientos en vivero relacionados con la poda química de raíz. Los tratamientos fueron cuatro: bolsa sobre tapete ambos con recubrimiento de cobre, bolsa de cobre sin tapete, bolsa tradicional sobre tapete de cobre y finalmente bolsa tradicional sin tapete. La plantación tenía una edad de tres años al momento de realizar la evaluación. El muestreo se realizó en dos profundidades, 0-20 y 20-40 cm. Para la profundidad 0-20 cm se muestrearon 40 árboles, diez por tratamiento, mientras que para la

profundidad 20-40 cm solo fueron 20, cinco por tratamiento. A cada uno de estos se le tomaron doce muestras tres en cada sentido cardinal (norte, sur, este y oeste). Con una distancia al tronco de 25, 50 y 75 cm. Cada muestra se extrae con una pala haciendo un cuadro de 15 cm de lado y 20 de profundidad. Posteriormente la muestra se tamizó y se separaron las raíces del suelo. Estas raíces se lavaron con agua corriente, se separaron y contaron en dos categorías (> 2 mm y < 2 mm), finalmente se secaron en una estufa a 75° C durante 72 horas hasta alcanzar peso constante. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza en bloques completos al azar con cinco repeticiones por tratamiento, y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (p<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN. En la Figura 1 se muestran los valores del número de raíces promedio por árbol y tratamiento. Estos resultados indican que existe un mayor número de raíces finas (< 2 mm de diámetro) en la profundidad 0-20 cm para todos los tratamientos, esto coincide con lo encontrado por Vanninen and Makela, 1999; Makkonen and Heimsaari, 1998. Al comparar el número de raíces finas entre las dos diferentes profundidades se encontró que el tratamiento uno (bolsas tratadas con cobre sobre tapete con cobre) presentó un 48 % más de raíces < 2 mm en la profundidad 0-20 cm que en la profundidad de 20-40 cm. El tratamiento dos (bolsas tratadas con cobre sobre suelo) presentó un 37 % más raíces, el tratamiento tres (bolsa tradicional sobre tapete con cobre) tuvo un 25 % más y el tratamiento cuatro (bolsa tradicional sobre suelo) un 32 % más. Al comparar el tratamiento uno contra el cuatro (testigo) se encontró que hay un 75.7 % más de raíces en la profundidad 0-20 cm y un 66.5 % para la profundidad 20-40 cm (Figura 1).

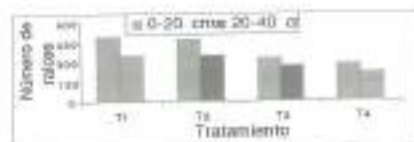


Figura 1. Número de raíces < 2 mm de diámetro promedio por árbol.

En la Figura 2 se presentan los resultados del peso seco promedio. Se puede apreciar que el peso seco promedio fue mayor en la profundidad 0-20 cm comparado con la de 20-40 cm. Para el tratamiento uno existe un 59 % más peso seco, en el dos un 87 %, en el tres un 80.6 % y en el cuatro un 45.9 % más de peso seco de raíces en la profundidad 0-20 cm.

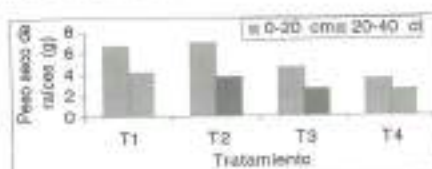


Figura 2. Peso promedio de raíces < 2 mm de diámetro por árbol.

Con estos resultados podemos indicar que los tratamientos con cobre presentan una cantidad de raíces finas más elevada que el testigo, esto puede favorecer la sobrevivencia y crecimiento, si las plantas son llevadas a sitios de condiciones adversas como poca fertilidad y humedad.

**CONCLUSIONES.** El tratamiento con bolsa y tapete de cobre presentó el mayor número de raíces finas. El tratamiento testigo (bolsa tradicional), contiene el menor número de raíces finas. La poda química de raíz aplicada en vivero favorece el desarrollo de sistemas radicales más fibrosos y con mayor número de raíces finas que pueden representar una ventaja para las plantas en el sitio definitivo de plantación.

#### LITERATURA CITADA.

- Draxhage, M., M. Chauviere, F. Golin, and N. Nielsen. 1999. Development of structural root architecture and allometry of *Quercus petraea*. Can. J. For. Res. 29: 600-606.
- Milkin, C. S. and C. Bledsoe. 1999. Biomass and distribution of fine and coarse roots from blue oak (*Quercus douglasii*) trees in

northern Sierra Nevada foothills of California. Plant and Soil 214: 27-38.

4. Mäkkönen K. and H. S. Helmisaari. 1998. Seasonal and yearly variations of fine - root biomass and necromass in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand. For. Ecol. Man. 102: 283-290.

5. Mäkkönen K. and H. S. Helmisaari. 2001. Fine root biomass and production in Scots pine stands in relation to stand age. Tree Physiology. 21: 193-198.

6. Parry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Ed. Timber Press. Oregon U.S.A. 231 p.

7. Vanninen P. and A. Makela. 1999. Fine root biomass of Scots pine stands differing in age and soil fertility in southern Finland. Tree Physiology. 19: 823-830.

8. Watson, G. and D. Sydnor. 1987. The effect of root pruning on the root system of nursery trees. J. of Arboriculture 13: 126-130

## Ensayo de especies y procedencias de sotol (*Dasyliirion spp.*) bajo riego en el Estado de Chihuahua

Jesús Miguel Olivas García<sup>1</sup>, José Álvaro Anchondo Nájera<sup>2</sup>, Javier Hernández Salas<sup>3</sup> y Jesús José Escárcega Medina<sup>4</sup>

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Km 2.5 Carretera Delicias - Rosales, Cd. Delicias, Chih. CP 33000. E-mail: <sup>1</sup>jolivas@uach.mx, <sup>2</sup>janchond@uach.mx, <sup>3</sup>jhemans@uach.mx, <sup>4</sup>Tesista

### Introducción

El sotol o sereque (*Dasyliirion spp.*) es una planta propia del Desierto Chihuahuense, aunque también existe en algunas zonas de transición cercanas a los bosques de clima templado frío. Dicha planta ha sido utilizada tradicionalmente por los habitantes de los Estados de Chihuahua y Durango principalmente, para la elaboración de la bebida llamada "sotol". En los últimos años, se ha incrementado la demanda de este producto a nivel nacional e internacional. Esto, provoca una fuerte presión sobre las poblaciones naturales de sotol, lo cual obliga a buscar alternativas que aseguren el manejo sustentable del recurso. Adicionalmente, se ha otorgado la Denominación de Origen de esta bebida a los Estados citados, y recientemente se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Mexicana del sotol, con lo cual se espera se favorezca la comercialización y calidad del producto, pero a la vez se espera un incremento importante en la demanda del mismo, lo cual acarreará una mayor demanda de la materia prima. Una alternativa para cubrir la demanda pudiera ser el establecimiento de plantaciones. Sin embargo, es importante contar con información que asegure el éxito de estas plantaciones. Parte de la información requerida es conocer cuál o cuáles son las especies y/o procedencias a utilizar en cada una de las regiones con potencial de

plantación, tanto bajo condiciones de cultivo como de plantación forestal.

### Objetivo

Evaluar la sobrevivencia y crecimiento de diferentes especies y procedencias de sotol bajo condiciones de riego en dos localidades del Estado de Chihuahua.

### Materiales y métodos

Las plantaciones se establecieron en dos localidades dentro del Desierto Chihuahuense. Una de estas se encuentra dentro de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la UACH, en Cd. Delicias, Chih., localizada en las coordenadas geográficas de Latitud N 28° 10' 36.6", Longitud W 105° 30' 02.7" y una altitud de 1,178 msnm (Delicias). La otra plantación se localiza en el Mulato, Municipio de Ojinaga, Chih., en las coordenadas geográficas de Latitud N 29° 22' 20.9", Longitud W 104° 08' 26.3", y altitud de 761 msnm (Mulato).

En la localidad Delicias se utilizó un diseño de Bloques Completos Aleatorizados con cuatro repeticiones y siete tratamientos. Los tratamientos consisten en cada una de las especies y/o procedencias de sotol, que se describen en el Cuadro 1. La fecha de la plantación fue el 4 de Julio de 2001. En cada unidad experimental se establecieron 14 plantas, regando inmediatamente después de la plantación. Previo a la plantación se preparó el terreno mediante barbecho, rastreo y camelloneo a 1.60 metros. Así

mismo, se estableció el sistema de riego mediante cintilla con goteros a una distancia de 30 cm entre ellos. Las plantas provenían de charolas de 200 cavidades, tenían una edad de 7 meses al momento de la plantación y se plantaron a una distancia de 0.60 m entre sí.

Cuadro 1. Procedencias de sotol (*Dasyliion spp.*) plantadas en Delicias y el Mulato. FCAF-UACH, 2003.

PROCEDE	Especie	COORDENADAS (UTM, W)	ALTUR (mnm)
Mulato	D. sp. 1	10° 43' 39"	1,100
Delicias	D. sp. 2	28° 57' 36"	1,870
Delicias	D. sp. 3	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 4	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 5	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 6	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 7	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 8	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 9	30° 30' 45"	1,870
Delicias	D. sp. 10	30° 30' 45"	1,870

En el Mulato se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y seis tratamientos. Los tratamientos consisten en cada una de las especies y/o procedencias de sotol establecidas (Cuadro 1). En cada unidad experimental se plantaron 16 plantas a una distancia de 60 cm entre sí. Previa a la plantación se preparó el terreno mediante barbecho, rastreo y camelloneo a 0.90 m. Las plantas utilizadas provenían de charola de 200 cavidades, contando con ocho meses de edad al momento de la plantación. La fecha de plantación fue el 11 de Septiembre de 2001.

En cuanto a las variables evaluadas, la sobrevivencia se evaluó mediante el conteo total de plantas en cada unidad experimental en ambas localidades. En el caso del Mulato se evaluó a los 7 meses y a los 16 meses de edad. Para Delicias se tiene una sola evaluación a los 20 meses de edad. Las demás variables fueron evaluadas únicamente en Delicias, y son: altura de la planta (cm); número de hojas; área foliar (cm<sup>2</sup>); peso fresco y seco foliar (g); volumen del bulbo (cm<sup>3</sup>); perímetro del bulbo (cm); e incremento en peso fresco y seco foliar, de bulbo y de raíz.

Estas variables fueron evaluadas en dos puntos de plantación seleccionados al azar dentro de cada unidad experimental.

Resultados preliminares  
Aunque a la fecha se han realizado evaluaciones en ambas localidades, debido a que los datos obtenidos no han sido analizados, en el presente resumen se muestran únicamente resultados de sobrevivencia de las procedencias establecidas en el Mulato, quedando pendiente la presentación del resto de los resultados en el escrito en extenso. En el Cuadro 2 se muestran los resultados de sobrevivencia a los siete meses después de la plantación, y corresponden únicamente a tres de las repeticiones establecidas. Como se puede observar, se mantiene un porcentaje de sobrevivencia promedio de 72.85%, con una desviación estándar de 15.34.

Cuadro 2. Sobrevivencia de las plantas de sotol de seis a los siete meses después del establecimiento. Mulato, Ojinaga, Chih. FCAF-UACH, 2003.

Procedencia	Rep	Plantas	Sobrev. Medio (por Proc. %)
Juárez (JAZ)	1	52.50	
Juárez (JAZ)	2	75.00	
Juárez (JAZ)	3	37.50	75.00
Matamoros (M)	1	52.50	
Matamoros (M)	2	52.50	
Matamoros (M)	3	37.50	58.33
La Campana (LC)	1	52.50	
La Campana (LC)	2	75.00	
La Campana (LC)	3	52.50	70.00
Carrizal - Juárez (CJ)	1	37.50	
Carrizal - Juárez (CJ)	2	52.50	
Carrizal - Juárez (CJ)	3	75.00	60.00
Tempeh 12 (T12)	1	52.50	
Tempeh 12 (T12)	2	75.00	68.75
Tempeh 215 (T15)	1	75.00	
Tempeh 215 (T15)	2	100.00	
Tempeh 215 (T15)	3	52.50	79.17

Con la información que se ha recabado se efectuarán los análisis estadísticos correspondientes para obtener algunas conclusiones preliminares.

## ENSAYO DE OCHO PROCEDENCIAS DE *Pinus oaxacana* Mirov. EN LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA

Vicente Ruiz Alonso<sup>1</sup>, Martín Gómez Cárdenas<sup>2</sup>,  
Salvador Valencia Manzo<sup>3</sup> y Eladio H. Cornejo Oviedo<sup>3</sup>

INTRODUCCIÓN. El 16.6 % del territorio mexicano posee grados de erosión de severo a muy severo, con azolves estimados en más de 500,000 toneladas anuales. La Mixteca Oaxaqueña es una de las regiones más afectadas, ya que más del 80 % de su superficie presenta diferentes grados de erosión (1). Con el propósito de solucionar este problema se han establecido plantaciones forestales; sin embargo, éstas han tenido poco éxito, debido entre otros factores a una inadecuada selección de los materiales genéticos utilizados (2). Una alternativa para resolver la situación anterior, se puede encontrar en los ensayos de procedencias o especies con origen geográfico y fuente parental conocida, puesto que la especie y la fuente de semilla determinan en gran parte el éxito logrado en las plantaciones forestales (3).

OBJETIVOS. Determinar si existen diferencias entre ocho procedencias de *Pinus oaxacana* Mirov. en sobrevivencia, crecimiento en altura total y diámetro basal, diámetro de copa y número de verticilos, a 2.5 años de la plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS. Se estableció un ensayo de ocho procedencias de *Pinus oaxacana* en Magdalena Zahuatlán, en la Mixteca Alta, Oax. (17° 24' 11" N, 97° 12' 35" O; 2160 mnm) (Cuadro 1). El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con 12 bloques, ocho procedencias y cuatro plantas por unidad experimental. La plantación se realizó en junio de 1997. En diciembre de 1999, a 2.5 años de plantadas, se realizó una evaluación de la sobrevivencia, altura total, diámetro basal, diámetro de copa y número de verticilos.

Cuadro 1. Procedencias de *Pinus oaxacana* establecidas en Magdalena Zahuatlán, Oax.

Procedencias (Código)	Coordenadas (N) (W)	Altitud (mnm)	Pp (mm)
Tlacotepec Plumas, Oax. 1 (TPO)	17° 21' 07" 96° 36'	2160	914
Tlacotepec Plumas, Oax. 2 (TPO)	17° 23' 07" 96° 36'	2280	915
San Miguel Juárez, Oax. (SMJ)	17° 25' 00" 96° 41'	2250	1020
Magdalena Zahuatlán, Oax. 1 (MZO)	17° 22' 07" 96° 12'	2180	980
Magdalena Zahuatlán, Oax. 2 (MZO)	17° 21' 07" 96° 29'	2250	1080
La Campana, Oax. (LC)	17° 19' 00" 96° 21'	2250	1100
San Miguel Poas, Oax. (SMPO)	16° 51' 07" 97° 01'	2280	1260
San Miguel Poas, Oax. (SMPO)	16° 51' 07" 97° 01'	2280	1260
Tempeh Nueva, Oax. (TNO)	16° 53' 07" 97° 01'	2280	1260

1 Ingeniero Forestal.  
2 Investigador. CIRPS. INIFAP Oaxaca.  
3 Profesores e investigadores. UAAAN. Correo electrónico: svalencia@naro.uaan.mx; ecorovi@naro.uaan.mx

Se realizaron análisis de varianza (ANVA) para cada variable, en caso de encontrar diferencias se realizó la prueba Tukey para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN. La sobrevivencia promedio fue de 98 %, con un valor promedio mínimo por procedencia de 95 %, sin mostrar diferencias estadísticas. Para altura total se encontraron diferencias significativas (P=0.03), mientras que en diámetro basal total no hubo diferencias estadísticas (P=0.22). La procedencia Itá de Juárez (IJO) es superior en 24.5 % en altura, respecto a la fuente de semilla de Tlacotepec Plumas (TPO) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medidas para altura y diámetro basal en un ensayo de procedencias de *Pinus oaxacana* Mirov.

Procedencias	Altura total (cm)	Diámetro basal (mm)
TPO	95.5	b
YJO	110.7	at b
SMJ	113.8	a b
MZO	103.8	a b
LC	118.9	a
SMPO	117.3	a b
SMPO	112.2	a b
TNO	100.2	a b
Promedio	109.1	37.2

Respecto al promedio general de altura total, la procedencia Itá de Juárez (IJO) es superior en un 9 %. En un ensayo de especies y



procedencias establecido en Urupán, Mich., *P. oaxacana* de procedencia Ixtlán de Juárez, Oax. destacó como una de las mejores materiales genéticos (4).

En diámetro de copa y número de verticilos se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). Las procedencias SMAO, LMCO, UO y YXO, presentaron copas de mayor tamaño que las procedencias TPO y MZO, que corresponden a germoplasma la fuente se semilla local y de procedencia desconocida. En el número de verticilos, la procedencia SMFO, es la que presenta mayor número de verticilos, respecto a las procedencias YXO y MZO, ésta última, de nuevo la fuente de semilla local de procedencia desconocida (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias para diámetro de copa y número de verticilos en un ensayo de procedencias de *Pinus oaxacana* Mirb.

Procedencia	Diámetro de copa (cm)	Número de verticilos (V)
TPO	45.7	6.0
YXO	64.7	6.9
SMAO	65.9	6.4
MZO	51.7	6.0
UO	65.2	6.9
LMCO	65.8	6.5
SMFO	60.4	6.6
RNC	55.6	6.2
Promedio	60.0	6.3

†Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha = 0.05$ )

‡Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey,  $\alpha = 0.05$ )

El diámetro de copa y el número de verticilos son variables de especial interés cuando se trata de realizar plantaciones con fines de protección y de restauración, como lo requiere la Mixteca Alta de Oaxaca, donde la protección del suelo es una acción urgente y necesaria. De manera que con este tipo de trabajos es posible seleccionar procedencias que cumplan con este propósito.

CONCLUSIONES. A 2.5 años de realizada la plantación, todas las procedencias presentaron una alta sobrevivencia. La procedencia Ixtlán de Juárez (UO) destaca por su mayor crecimiento en altura. En diámetro basal aún no se detectan diferencias estadísticas. En diámetro de copa también destaca UO junto con tres procedencias más (YXO, SMAO y LMCO). Para número de verticilos la procedencia SMFO presenta los mayores valores.

#### BIBLIOGRAFÍA.

- 1) SEMARNAP. 1995. Programa forestal y de suelos 1995-2000. Poder Ejec. Fed. Mex. 40 p.
  - 2) Ruiz M., M. 1990. Marco de Referencia de la red de mejoramiento genético y plantaciones forestales de la Mixteca Oaxaqueña. INIFAP, CIRPS. Yanhuítán, Oax. 26 p.
  - 3) Zobel B. y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Litusa. México. 545 p.
- Mas P., J., J. J. García M. y M. A. Cervantes S. 1995. Ciencia Forestal 20 (78):111-141.

#### ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN LA COSTA PACÍFICA DE MÉXICO.

Antonio Mora Santacruz, Juan Ignacio Valdez Hernández.

INTRODUCCIÓN: Entre los principales usos de las selvas medianas subcaducifolias en el estado de Jalisco, el aprovechamiento maderable es uno de los más importantes, destacando por su valor comercial *Tabebuia rosea*. Los esquemas de extracción aplicados en este tipo de vegetación, se basan en la regeneración natural, como el principal fundamento de manejo, sin embargo, uno de los problemas que presentan las áreas bajo aprovechamiento es la escasa regeneración de las especies de interés comercial, entre las que sobresale *T. rosea*. En la costa de Jalisco, no se dispone de información acerca de la respuesta de las especies de importancia maderable a tratamientos al suelo y a la vegetación para promover su establecimiento. Por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto que tienen los tratamientos al suelo y a la vegetación competitiva, sobre el establecimiento y desarrollo de plántulas, producto de la regeneración natural de *T. rosea*.

MATERIALES Y MÉTODOS: El trabajo se realizó en el predio particular "El Laurel", municipio de Tomatlán, Jalisco, con las siguientes coordenadas geográficas: 19° 58' 47.5" de Latitud Norte y 105° 04' 46.7" de Longitud Oeste. La topografía es accidentada y la altitud oscila entre 200 a 600 msnm. La temperatura media anual es de 26° C y la precipitación media anual de 1,300 mm, con una temporada seca de

siete meses bien establecida (Noviembre a Mayo). La vegetación es selva mediana subcaducifolia.

Efecto de los tratamientos al suelo y vegetación en el establecimiento de la regeneración natural: fueron seleccionados árboles muestra o "semilleros", bajo los cuales, se aplicaron los tratamientos: a) remoción de suelo y b) roza de vegetación. Las parcelas fueron rectangulares de 2 m de ancho y de longitud variable, dependiendo de la amplitud de copa de cada árbol "semillero"; la orientación de estas parcelas siguió rumbos francos (N, S, E, y W), tomando como punto de partida el fuste de cada árbol.

Influencia de los tratamientos al suelo y vegetación competitiva sobre el desarrollo inicial de plántulas: Tratamiento: a) remoción de suelo con deshierbe y b) roza de vegetación con deshierbe. En parcelas de 2x2 m, y mediciones mensuales durante un año. Efecto de la vegetación competitiva sobre el desarrollo inicial de plántulas: Se evaluó en las parcelas de 2x2 m descritas anteriormente y bajo los tratamientos: a) remoción de suelo con deshierbe, b) roza de vegetación con deshierbe y c) remoción de suelo sin deshierbe.

Mortalidad de plántulas: Se evaluó durante 12 meses, bajo los tratamientos: a) remoción de suelo con deshierbe, b) remoción de suelo sin deshierbe, c) roza de vegetación con deshierbe y d) roza de vegetación sin deshierbe.

Dpto. de Producción Forestal, CUCBA, Universidad de Guadalajara, meo19076@cucba.udg.mx  
Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, ignaciov@colpos.colpos.mx

**RESULTADOS:** La densidad de plántulas en los primeros dos meses, muestra que el tratamiento remoción de suelo tuvo un efecto positivo, situación que confirma el análisis de varianza observándose diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) para julio y ( $P < 0.05$ ) para agosto.

El crecimiento en altura y diámetro de las plántulas durante trece meses, muestra que el tratamiento de remoción de suelo registró los más altos valores; mientras que la cantidad de hojas generadas durante este mismo periodo, fue muy similar; el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos solo para la fecha inicial.

El efecto de la vegetación competidora sobre las plántulas, mostró que los mayores crecimientos en altura, diámetro y número de hojas, se presentaron en aquellas desarrolladas bajo el tratamiento de remoción de suelo con deshierbe; es decir, que crecieron libres de malezas.

Sobre la mortalidad de las plántulas, se observó una clara tendencia hacia aquellos tratamientos donde no se aplicó deshierbe; los mayores porcentajes se presentaron en las condiciones de roza de vegetación sin deshierbe, donde el 100% de las plántulas murieron.

#### DISCUSIÓN:

Con la remoción de suelo se dejó expuesto el suelo mineral proporcionando una cama semillero donde la radícula de las plántulas pudieron alcanzar fácilmente el suelo (Musalem, 1984). Así mismo, se ha encontrado que la presencia de hojarasca tiene también un efecto negativo en el establecimiento de especies con semillas pequeñas (Molofsky y Augspurger, 1992). Desarrollo inicial de plántulas: Hartshorn (1980) reportan que las plántulas se desarrollan mejor en

lugares iluminados y con suelo expuesto.

Efecto de la vegetación competidora: El crecimiento de las plántulas fue más afectado por el control de la maleza que por la remoción de suelo, observándose claramente que las plántulas desarrolladas libres de maleza presentaron mayores crecimientos. Angeles *et al.* (1999). Mortalidad: El mayor porcentaje de mortalidad se presentó en los tratamientos sin control de la maleza, indicando una gran influencia sobre las plántulas. Entre la principal causa de muerte de las plántulas en los bosques secos o con un marcado período seco, es debida a la sequía (Richards, 1996).

**CONCLUSIONES:** Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento de remoción de suelo favoreció la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las plántulas, así como que el control de la vegetación competidora promovió un mayor crecimiento y menores porcentajes de mortalidad en las mismas.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA.

- Angeles, G. & Sakimoto, P. 1999. Emergent disappearance process and mortality factors of current year seedlings of *Abies firma* in a natural *Abies-Tsuga* forest, Wakayama. For. Res. Kyoto. 71: 27-33
- Hartshorn, S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* 12 (supplement): 23-30.
- Molofsky, J. y Augspurger, C. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73(1): 68-77
- Musalem, M. 1984. Effect of environmental factors on regeneration of *Pinus montezumae* Lamb., in temperate forest of México. Ph. D. Dissertation. Yale University. USA. 262 p.
- Richards, P. 1996. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge University Press. 575 p.

## "EVALUACIÓN DE PLANTACIONES DEL GENERO *PINUS* EN EL NORDESTE DE MÉXICO".

Eduardo de los Ríos,<sup>1</sup> José Nava<sup>2</sup>, P. A. Domínguez<sup>3</sup> y Rainout De Hoogh<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, km 145 Carr. Nacional, Linares, N. L., México, 67700 (Email: erioscar@hotmail.com). <sup>2</sup> Profesor, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, km 145 Carr. Nacional, Linares, N.L., México, 67700 (Email: jnava@ccr.dela.unl.mx) <sup>3</sup> Investigador, Forestry and Rural Development, International Agricultural Centre, P.O. Box 88, 6700 Wageningen, The Netherlands (Email: r.j.de.hoogh@lac.agro.nl)

**INTRODUCCIÓN.** Los bosques naturales templados que cubren parte importante de las zonas semi-secas y templadas del norte de México han sido durante siglos afectados por acciones antropogénicas de diversas índoles. En las laderas interiores de la Sierra Madre Oriental del nordeste de México, el pastoreo es la principal actividad económica en la actualidad y sus cargas animales sobrepasan normalmente la recomendada por agencias gubernamentales. Otras acciones ligadas a la destrucción de las áreas boscosas han sido los incendios forestales y los posibles cambios sutiles del clima. Particularmente para el estado de Nuevo León, los incendios forestales ocurridos en los años 1989 y 1998 son considerados los más catastróficos afectando 30, 899 ha y 28, 000 ha de superficie respectivamente (Semarnat 2002; Gobierno del estado de Nuevo León 1998). Las sequías de los 1950's y de los 1990's, conjugadas posiblemente con el calentamiento de la tierra han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de varias especies con distribución natural en varios ecosistemas del norte de México, dentro de las cuales destacan varias especies de pinos piñoneros. Los objetivos del presente estudio fueron: a) comparar la adaptación de tres especies de pinos piñoneros (*Pinus nelsonii*, *Pinus pinaster* y *Pinus cembroides*), de las cuales las dos primeras especies se encuentran listadas en estado de protección especial, a través del crecimiento en diámetro, altura y sobrevivencia y b) determinar el efecto de la altitud sobre el nivel del mar en las características adaptativas de las especies en terrenos degradados del nordeste de México.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Las plantaciones se realizaron en el campo experimental denominado bosque-escuela perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L. El terreno se ubica cerca de Santa Rosa en el municipio de Iturbide, Nuevo León a 40 km al suroeste de Linares entre las coordenadas

geográficas 24° 43' 00" latitud norte 99° 52' 00" longitud oeste. El terreno tiene una superficie de 550 ha con una altitud que oscila desde los 1200 hasta 1900 msnm. La precipitación promedio anual del área es de 600 mm y se presenta principalmente durante dos periodos (mayo-junio y septiembre-julio). Con una temperatura promedio anual de aproximadamente de 17°C

**Especies seleccionadas.** Las especies de pinos piñoneros seleccionadas para el presente estudio son (*P. nelsonii*, *P. pinaster* y *P. cembroides*) de las cuales las dos primeras se encuentran catalogadas en varias normas bajo protección especial (NOM-059-ECOL-1994, 2001) debido a la fuerte presión antropogénica sobre estas comunidades.

**Diseño experimental.** El diseño experimental utilizado fue un arreglo de parcelas completamente al azar para las dos plantaciones, tomando las tres especies *Pinus cembroides*, *Pinus pinaster* y *Pinus nelsonii* como tratamientos con tres repeticiones para cada una de ellas repartidas en tres bloques. Cada bloque consta de seis parcelas acumulando un total de 18 parcelas en cada plantación. En cada parcela se plantaron 49 plantas a un espaciamiento de 1 m x 1 m. los parámetros evaluados fueron sobrevivencia, (%) altura (cm) y diámetro basal (cm). Estos parámetros se registraron semestralmente durante los años (1983, 1984, 1985, 1986, 1987 y 2002)

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza mostraron que las especies, los sitios y la fecha tuvieron un efecto significativo estadísticamente en el crecimiento en diámetro basal, altura total y sobrevivencia de las plántulas ( $p=0.0001$ ) (Cuadro 1). Cuadro 1. Los resultados del análisis de varianza y las pruebas de Tukey para el ensayo de procedencias con tres especies de pinos piñoneros en las laderas interiores de la Sierra Madre Oriental del nordeste de México.

Especie	Sitio 1 (1999 marzo)			Sitio 2 (1999 marzo)		
	D (cm)	H (cm)	S (%)	D (cm)	H (cm)	S (%)
<i>P. pinaster</i>	0.476	75A	95A	0.27A	85A	95A
<i>P. camboides</i>	0.51A	61B	84A	0.25B	59B	85A
<i>P. nelsonii</i>	0.40C	59C	49B	0.27B	63C	95B

Nota: La letras iguales son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p=0.05$ ).

La especie *P. pinaster* mostró el mayor crecimiento en diámetro y en altura en el sitio 2 y en altura en el sitio 1. *P. camboides* por otro lado tuvo el mayor crecimiento en diámetro en el sitio 1. *P. pinaster* y *P. camboides* mostraron sobrevivencias altas, mayores que 50% en ambos sitios y estadísticamente diferentes a *P. nelsonii*. La mortalidad por competencia se observa en las especies con mayor sobrevivencia. Árboles dominados y codominados con diámetros basales menores se encuentran estresados por la competencia. Aún en *P. nelsonii*, la especie que presentó la menor sobrevivencia en este sitio (49%) se observa el cierre de copas en la mayoría de los bloques. El sitio 1 registró el mayor crecimiento en diámetro y en altura para todas las especies en contraste con el sitio 2. La sobrevivencia en el sitio 1 fue también mayor en un 12%. El crecimiento en altura de las tres especies para los dos sitios se reporta en la figura 1.

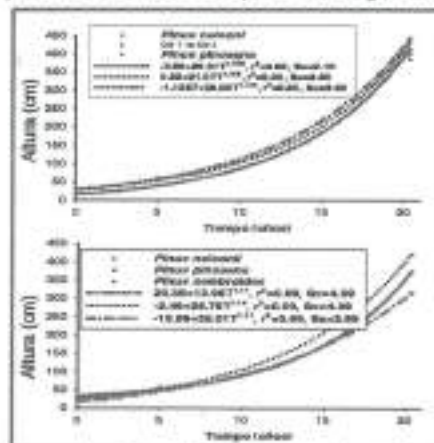


Figura 1. El crecimiento en altura de las plantaciones con tres especies de pinos piñoneros en el nordeste de México. En el sitio 1, la tasa de crecimiento en altura por unidad de tiempo es similar en las tres especies. Sin embargo, la tasa de inicio en

el crecimiento es menor en *P. nelsonii*. *P. camboides* y *P. pinaster* fueron plantados inicialmente con una mayor altura. Aunque *P. pinaster* parece crecer a una tasa menor que *P. camboides* esta alcanza una mayor altura a los 20 años de edad. Las diferencias en la altura son notorias y estadísticamente significativas entre las especies para todas las fechas iniciales de la plantación. El trabajo demuestra la adaptación que tienen las especies a los sitios plantados, que se encuentran fuera de su rango de distribución original.

## EVALUACION DE LAS PLANTACIONES FORESTALES DEL PRONARE - 2000 EN DURANGO.

SOLIS González Santiago<sup>1</sup>, Montes Rivera Graciela<sup>2</sup>, Morales Solís Matea<sup>1</sup>  
Santagosolis@prodigy.net.mx; cbnamonri@hotmail.com.mx

1. Profesor - Investigador. Instituto Tecnológico Forestal No 1. El Salto, P. N., Dgo.
2. Profesor - Investigador. Instituto Tecnológico Agropecuario No 1. Villanoviamorales, Dgo.
3. Alumno Tesista. Instituto Tecnológico Forestal No 1. El Salto, P. N., Dgo.

Palabras clave: plantación, evaluación, supervivencia, pino y crecimiento.

**INTRODUCCION.** En Durango, se estima que existe una superficie forestal deforestada durante el periodo de 1993 al 2000; de 423,000 ha, con una tasa de deforestación anual de 60,564 ha (SEMARNAT, 2002). En contraste a lo anterior, el número de plantaciones de restauración se han incrementado notoriamente en los últimos años, por parte del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), con el propósito de recuperar y proteger las áreas forestales degradadas del Estado. En 1998, se realizaron 180 plantaciones, permitiendo la restauración de 1,485 ha. En 1999, el número de plantaciones se incrementó a 316, recuperando 3,222 ha; y En el año 2000, se restauraron 5,116 ha a través de 430 plantaciones forestales. Sin embargo, hasta antes de 1999, no se tenía un seguimiento del programa de reforestación que permitiera valorar y retroalimentar el proceso. Así, surge a través de un convenio de colaboración con el Instituto Tecnológico Forestal No 1, la realización de la evaluación técnica del programa de reforestación de 2000.

**OBJETIVO.** Elaborar un diagnóstico que permita evaluar las plantaciones del 2000, a fin de estimar la supervivencia y el estado actual que guardan y determinar las causas de mortalidad de las plantas y acciones de manejo y protección.

**MATERIALES Y METODOS.** El diagnóstico se realizó en las 4 regiones forestales del Estado. Se empleó la metodología propuesta por el PRONARE, (Bello, 2000). Se empleó un método de muestreo estratificado en el que se seleccionó una muestra de 43 plantaciones (10%), de las 430 establecidas que tiene registradas el padrón estatal del 2000; procurando que representaran todas las regiones, los tamaños y superficies plantadas, los diferentes tipos de propietarios e instancias participantes en los trabajos de plantación. El número de plantaciones evaluadas por región fue: Región I - Durango, Mezquital

{14}; Región II - San Dimas - Pueblo Nuevo (23); Región IV - Santiago Papasquiaro - Tópica (2); y Región V - Guanaoqui - Villacampo (5). La toma de datos de las plantaciones se recabó, empleando sitios circulares de muestreo de 100 m<sup>2</sup> ( $r = 5.64$  m). El número de sitios de muestreo por plantación se determina al dividir el tamaño de árboles a muestrear (10%), entre el número de plantas en los sitios de 100 m<sup>2</sup>. El levantamiento de la información de campo, se realizó mediante el llenado de los formatos de "Información General de la Plantación", en el que se describen los indicadores de la ubicación de la plantación, el paraje, el propietario, la superficie, la especie empleada, la preparación del terreno, el manejo y protección y las causas de muerte de las plantaciones. Con el formato "Información Particular de los Sitios de Muestreo", se obtiene los indicadores de supervivencia, estado sanitario, integridad morfológica, vigor, altura de la planta, y reposición de plantas.

El procesamiento y análisis de la información se realiza por plantación individual, y con esta se obtienen los valores promedio por región y a nivel estatal. Los indicadores o variables a determinar mediante la evaluación de las plantaciones son: especies utilizadas, % supervivencia, estado morfológico, causas de mortalidad, calidad e índice de calidad de reforestación por región, protección y asistencia técnica.

**RESULTADOS Y DISCUSIONES.** Las especies que se emplearon en las plantaciones del PRONARE-2000 son:

Tabla 1. Porcentaje de las especies de pino en las plantaciones PRONARE-2000.

Región	Pinus durangensis	Pinus cooperi	Pinus engelmannii	Pinus Camb.	Pinus albertensis
I	10	50	40	1.5	
IV	40		30		40
V		50			50

Los valores del porcentaje de la supervivencia, la mortandad, y la altura de la planta en las plantaciones por región se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Datos de la Supervivencia, mortandad, y altura promedio de las plantaciones en Durango.

Región No.	Supervivencia (%)	Mortandad (%)	Altura (cm.)
I-Durango	67.6	42.5	10.5
II-San Dimas	82.5	18.0	11.0
IV-Sgo-Tapia	57.4	42.7	13.8
V-Guadalupe	51.2	48.7	11.6
Promedio	62.1	37.9	12.3

El porcentaje de causas de la mortandad que se determinaron en las plantaciones forestales evaluadas en cada una de las regiones y estatal se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Porcentaje de las causas de mortandad en las plantaciones del 2000.

CAUSAS	REGIÓN			
	RE	GJO	N.	V.
Vegetación inadecuada		25.8	10	25
Seqües	25	2.5	30	25
Técnica inadecuada	25	12.8	20	12.5
Pastoreo	35.3	7.7		
Falta noche	16.7	10.3	20	12.5
Suelo aspero		15.4	10	12.5
Calidad de planta		15.4	10	12.5

El índice de la calidad de las plantaciones, fue en de un 90 % excelente y bueno en la región; mientras que la región IV presentó un 92 %; y la región V un 75% de las plantaciones excelente y bueno. El 85% de las plantaciones está protegida contra el pastoreo e incendios forestales; El 89 % cuentan con asistencia técnica.

**CONCLUSIONES.** Las especies forestales que más se emplean en las plantaciones de pino en Durango son: *Pinus cooperi*, *P. engelmannii*, *P. arizonica* y *P. durangensis* respectivamente. El porcentaje de supervivencia en el estado fue bueno (62.2%), y superó a los de 1998 (38.8) y 1999 (43%). La altura promedio de la planta es buena (12.2 cm.). En general se puede concluir que el proceso de la reforestación en el Estado, se va mejorando cada año posterior.

#### LITERATURA CITADA.

Bello L.A., 2000. Metodología para la Evaluación Técnica de la Reforestación. Manual Técnico de PRONARE.; 318 p.  
SEMARNAT, 2002. Metodología para la Revisión y Validación de la Cartografía y las Cifras de Deforestación de México Obtenidas en el Período 1993-2000.

(Estado de Durango). Informe Técnico. Dir. Invent. Nat. Flai: México, D.F. 17 p.

## EVALUACIÓN DE TRES TAMAÑOS DE ENVASES EN LA PRODUCCIÓN DE *Pinus durangensis* MART. EN VIVERO

José Ángel Prieto Ruíz, Fco. Gerardo Ramírez García  
Pedro Antonio Domínguez Calles, Eladio Cornejo Oviedo

### INTRODUCCIÓN

Para lograr que los programas de reforestación prosperen adecuadamente, es fundamental producir planta de buena calidad que garantice altas tasas de sobrevivencia y crecimiento una vez establecida en campo. La calidad de la planta producida en vivero depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas e insumos utilizados (Prieto y Alarcón, 1998). En México, durante la última década el proceso de producción de planta cambió del sistema tradicional al tecnificado, lo que creó la necesidad de adaptar los procesos de vivero a las nuevas condiciones de producción, de ahí que aún existan muchos aspectos por mejorar. El envase es uno de los elementos que desempeña una función importante en la producción de planta, debido a que contiene al sustrato, medio en el cual crecen las plantas; por lo anterior, la selección del envase, según Landis (1990), debe considerar el espacio mínimo requerido por las plantas para su crecimiento en vivero, sin que se afecte su calidad. Por ello, este ensayo se realizó con la finalidad de evaluar la influencia de tres tamaños de envase rígido, en la calidad de *Pinus durangensis* Mart. producido en sistema tecnificado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El ensayo se realizó en el Vivero de la Unión de Ejidos y Comunidades Forestales y Agropecuarias "Emiliano Zapata" (UNECOFAEZ), ubicado en la cabecera Municipal de Santiago Papasquiaro, Durango, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 03'38" de latitud Norte y 105° 26'14" de longitud Oeste. Las condiciones de producción fueron en invernadero durante los primeros cinco meses y a la intemperie, con una malla sombra al 40%, durante los últimos cuatro meses.

**Tratamientos y diseño experimental.** Se evaluaron tres tamaños de envases contenidos en charolas de poliestireno rígido de 77 cavidades (Cuadro 1) en un diseño experimental completamente al azar; cada unidad experimental estuvo compuesta por 45 plantas (5x9), teniendo cuatro repeticiones por tratamiento.

Cuadro 1. Características de los envases evaluados.

Tamaño (envase)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Largo (cm)	Diámetro (cm)
1	80	10.4	5.8
2	120	23.0	5.1
3	170	15.0	4.3

**Sustratos.** Se utilizó una mezcla compuesta por turba (peat moss) al 55%, vermiculita al 25% y agrolita al 21%; a la que se le adicionaron 5.0 kg de Osmocote® m<sup>3</sup> de sustrato.

**Recopilación de la información.** A los

<sup>1</sup> Trabajo del Proyecto "Bosque Modelo Durango" del INIFAP-Dgo. y financiado por la Fundación Produce Durango, A.C.  
<sup>2</sup> Becario INIFAP-CONACYT. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N.L. jorielcastro@viva100.com  
<sup>3</sup> Responsable del Vivero de la UNECOFAEZ, Santiago Papasquiaro, Durango.  
<sup>4</sup> Profesor-Investigador. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N.L.  
<sup>5</sup> Profesor-Investigador. Departamento Forestal, UAAAN, Saltillo, Coahuila

nueves meses de edad de las plantas, se extrajeron las nueve centrales de cada unidad experimental, a las que se les registraron las variables de crecimiento discutidas en los resultados.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de varianza muestran diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en las variables evaluadas, con excepción del crecimiento aéreo y peso seco del sistema radical de las plantas. Las pruebas de medias de Tukey ubican al envase de 170 cm<sup>3</sup> de volumen en el nivel superior en la mayoría de las variables evaluadas, en tanto que los envases de 80 y 120 cm<sup>3</sup> de volumen se ubican en el nivel inferior, sin mostrar una tendencia definida (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de las pruebas de medias de Tukey en las variables evaluadas.

Envase (cm <sup>3</sup> ) Variable	80 cm <sup>3</sup>	120 cm <sup>3</sup>	170 cm <sup>3</sup>
Crec. aéreo (cm)	12.4 a	12.3 a	12.4 a
Crec. raíz (cm)	10.3 b	20.4 a	14.1 b
Raíces sec. (No)	12.4 b	14.0 ab	15.9 a
Diámetro (mm)	2.54 b	2.33 b	2.99 a
Peso seco aéreo (g)	0.61 b	0.56 b	0.89 a
Peso seco raíz (g)	0.18 a	0.19 a	0.27 a
Peso seco total (g)	0.79 b	0.74 b	1.16 a
Índice de Calidad de Dickson	0.09 b	0.08 b	0.15 a

De los envases evaluados, se puede apreciar que el de 170 cm<sup>3</sup> de volumen tiene un mejor equilibrio en sus dimensiones de diámetro y altura con 4.3 y 15.0 cm, respectivamente (Cuadro 1), lo que favoreció que la planta se produjera de mejor calidad, tal como lo indican los resultados del Índice de Calidad de Dickson, el cual considera la producción de biomasa, la altura y el diámetro para obtener un indicador; estos resultados coinciden con lo

señalado por Landis (1990), con excepción en la variable altura, quienes señalan que las plantas producidas con menores espacios de crecimiento, tienden a crecer más altas y con menores diámetros, y además, tienen menor producción de biomasa, lo cual puede aplicarse a la planta producida en los envases de 80 y 121 cm<sup>3</sup> de volumen (Cuadros 1 y 2).

#### CONCLUSIÓN

El envase que permitió producir planta de mejor calidad fue el de 170 cm<sup>3</sup> de volumen.

#### LITERATURA CITADA

- LANDIS, T. D. 1990. Containers: Types and functions. // The Container Tree Nursery Manual. Vol. 2. Agric. Handbook. 674. Washington, D. C. USDA, FS. pp 1-40.
- PRIETO R., J. A. Y ALARCÓN B., M. 1998. Producción de planta forestal. Folleto Técnico No. 10. Campo Experimental Valle del Guadiana. CIRNOC. INIFAP. 19 p.

### Germinación del Cedro (*Cedrela odorata*) en Diferentes Contenedores y Sustratos en Condiciones de Invernadero

Mr. Ismael Pat Aké<sup>1</sup>, Mr. Mayné J.G. Aguayo León<sup>2</sup>, Dr. Carlos Navarro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesores-Investigadores del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 16 de Quintana Roo, pat@prodigy.net.mx; <sup>2</sup> Profesor-Investigador, CATE, Costa Rica, C.A., cnavarro@cate.ac.cr

#### Introducción

La germinación como etapa fundamental de la vida vegetal y de la producción de plantas forestales responde a factores complejos de tipo genético y ambiental como la humedad, temperatura y la luz (Whitcomb, 1988). Más allá de limitaciones propias de especie, las semillas responden en gran parte y de manera diferente a procedimientos de manejo, lo que ha motivado muchos estudios orientados a determinar nuevas técnicas e insumos que generen propiedades adecuadas para mejores procesos de germinación (Jara, 1996).

El reto actual es generar estos procesos en el sistema de producción por contenedores, cuya aplicación para la producción de plantas forestales es relativamente reciente (Strachan, 1974); sobre todo en México que no pasa de 10 años, limitado a pocas especies de coníferas y latifoliadas tropicales. Los caracteres adecuados de los contenedores para la producción de plantas forestales ha sido tema de debate en los últimos años; su función primaria es la contener diversos sustratos cuyas propiedades físicas, químicas y biológicas determinan la forma y el ritmo de crecimiento de plántulas (Landis *et al.*, 1990).

Los sustratos poseen cualidades particulares diferentes: propiedades que se transforman con los riegos, fertilización y tipo de contenedor (Scagel y Davis, 1988); la interacción de determinado tipo de contenedor con un sustrato genera condiciones particulares que intervienen en el desarrollo de las plantas en el vivero (Swanson, 1989); sin omitir el proceso inicial de germinación, que fue precisamente el enfoque del ensayo realizado para evaluar la germinación del cedro (*Cedrela odorata*) en diferentes tipos de contenedores y sustratos.

#### Objetivo

Se buscó determinar cuáles son las combinaciones de contenedores y sustratos que favorecen los mejores porcentajes de germinación del cedro a nivel de invernaderos para el estado de Quintana Roo.

#### Materiales y Métodos

La prueba experimental se realizó en el vivero "Las Meliáceas" del ITA No. 16, entre marzo y abril de 2003; las semillas se colectaron en Noh-Bec, Bacalar y Caobas Quintana Roo. La siembra se hizo en forma directa en las combinaciones de contenedores y sustratos. Los materiales probados fueron: charola compacta de poliestireno de 54 cavidades (C1), conos forestales de 220 (C2), 250 (C3), 310 (C4), 360 (C5) cm<sup>3</sup> y bolsa de polietileno de 10 x 15 cm (C6); speat mos (SM), gaminaza (G), sushina (S), cosmo speat (CS), kakkila (K), suelo negro (SN) y composta de monte (CM). Los tratamientos fueron mezclas de sustratos en un determinado contenedor, resultando los siguientes (cuadro 1):

C6	C1	C2	C3	C4	C5
T1 SN	T3 SM	T4 SM	T10 SM	T11 SM	T12 SM
T2 SM	T5 CM	T6 S	T7 K	T8 G	T9 CS

Cuadro 1. En la fila superior se ubican los tipos de contenedores en donde se envasaron los sustratos para formar los tratamientos (T) resultantes mencionados en las columnas; por ejemplo T1 se formó con un suelo negro (SN) envasado en una bolsa forestal de polietileno de 10 x 15 cm<sup>3</sup> (C6); T2 fue speat mos envasado en C6; T7 fue kakkila envasado en conos de 220 cm<sup>3</sup> (C2). Con excepción del T1 cuya mezcla fue suelo negro y composta de monte en una proporción de 1:1, todos los tratamientos tuvieron una proporción de 2:1 (sustrato comercial + composta de monte). Los 12 tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar de 6 repeticiones, con unidades experimentales formadas por contenedores con 40 observaciones; y puestos en un invernadero dotado con mesas portaccontenedores con techo de mallasombra al 50 %. Los riegos se realizaron con manguera de

\_ pulgada dotado de microaspersor. El conteo final se hizo a los 50 días.

#### Resultados y discusión

De acuerdo con Strachan, (1974) la interacción de sustratos y contenedores generó propiedades propias que se manifestaron en diferencias significativas de germinación; T3 (Speat mos en charola compacta de poliestireno de 54 cavidades), T4 (Speat mos en cono de 220 cm<sup>3</sup>), T12 (Speat mos en cono de 380 cm<sup>3</sup>) y T10 (Speat mos en cono de 250 cm<sup>3</sup>) fueron las combinaciones de mas germinación; destaca aquí el efecto del spreat mos; T1 (suelo negro en bolsa), T8 (Cosmo spreat en cono de 220) y T5 (Composta de monte en cono de 220), fueron las de menor germinación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Germinación del cedro en las combinaciones de contenedores y sustratos

Traje	No. observac.	No. germinación	Plantas % germinac.	de
T1	240	52c	21.7	
T2	240	121b	50.4	
T3	240	182a	75.8	
T4	240	174a	72.5	
T5	240	95c	39.5	
T6	240	113b	47.0	
T7	240	129b	52.0	
T8	240	158b	64.5	
T9	240	87c	35.4	
T10	240	164a	68.3	
T11	240	153b	63.7	
T12	240	167a	69.5	

Los tratamientos con letras distintas en la columna del número de plantas germinadas son diferentes significativamente según ANOVA, con prueba de Tukey (p < 0.05).

Sobresalen también bajos porcentajes de germinación en la mayoría de tratamientos, que fue de 51.6 % a nivel de ensayo (Figura 1); esto confirma la gran variabilidad física y química de los tratamientos generado por los componentes de los sustratos y contenedores, así como las prácticas culturales mencionada por Scagal y Davis (1988). En este caso la composta de monte (CM) que fue bajo en % de germinación, y componente adicional de todos los tratamientos, afectó sus propiedades como contenido nutrimental, compactación, porosidad, drenaje, aireación, pH, temperatura, humedad, para reducir el % de germinación en general; la segunda posibilidad fueron los materiales base de los demás sustratos (musgo, humus, aserrín, fibra de coco, vermiculita, perlita) que pudo también disminuir la germinación.

Figura 1. Porcentajes de germinación del cedro en las combinaciones de contenedores y sustratos



Conclusión Los mejores propiedades necesarias para la germinación del cedro fueron generadas por el sustrato spreat mos en su interacción con los contenedores mas pequeños; así mismo las mezclas entre sustrato comercial y natural (composta de monte) contribuyeron a disminuir los índices finales obtenidos de germinación. Agradecimientos: Al CATIE de Costa Rica, por haber financiado parte de los costos del ensayo a través del proyecto FINNDA. Al los estudiantes residentes de Agronomía y LA del ITA 18, Nestor Correa y Yuridia Reyes, responsables de las actividades culturales.

Bibliografía citada

- Jara, L.F. 1996. Biología de Semillas Forestales. Serie Materiales de Enseñanza No. 36. Danida Forest Seed Centre (CATIE). Turrialba, Costa Rica, C.A., 31p.
- Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E., Barnett, J.P., 1990. Containers and Growing Media. Vol. 2. The Container Tree Nursery Manual. Handbk 674. Washington DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 88 p.
- Scagal, R.K.; Davis, G.A. 1988. Recommendations and alternative growing media for use in containerized nursery production of conifers: some physical and chemical properties of media and amendments. In: Landis, T.D., tech coord. Proceedings, Combined meeting of the Western Forest Nursery associations, 1988 August 8-11; Vernon BC. Gen. Tech. Rep. RM-167. Ft. Collins, CO-USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station:80-65.
- Strachan, M.D. 1974. Tor paper containers. In: Tinus, R.W.; Stein, W.J.; Balmer, W.E. eds. Proceedings, North American Containerized Forest Tree Seeding Symposium, 1974 August 25-29; Denver, CO. Great Plains Agricultural Council, p. 209-210
- Whitcomb, C.E. 1988. Plant production in containers. Stillwater, OK, Lacebark publications, 833 p.

## GERMINACIÓN POR TEMPERATURA DE *Arctostaphylos pungens* HBK.

Marco A. Márquez Linares y Enrique Jurado

### INTRODUCCIÓN

*Arctostaphylos pungens* HBK (manzanilla) es un arbusto común en los bosques templados secos de encino, pino-encino y áreas de transición. Se distribuye a lo largo de las montañas rocosas en los Estados Unidos hasta la sierra madre del sur en el estado de Oaxaca, Méx.. La planta habita principalmente en sitios con alta pedregosidad y alta insolación (Rzedowski 1978, Casas 1995) o en áreas que han sufrido incendios recurrentes donde puede formar matorrales densos solo ó en compañía de otros arbustos y árboles como *Quercus degressifolios*, *Q. striatula*, *Ceanothus sp.* o *Pinus spp.*

En los últimos años se ha observado que muchos sitios que antes eran ocupados por bosques semisecos de encino o de encino-pino, ahora son ocupados por chaparrales de diversas especies entre las que destaca la manzanilla.

El presente estudio tiene como objeto investigar sobre los factores que disparan su germinación y establecimiento, los cuales aporten elementos para conocer la relación entre los incendios forestales, la sucesión y el papel que juega la manzanilla en este proceso.

### MÉTODOS

Se realizaron 5 experimentos con el propósito de determinar si la temperatura alcanzada durante incendios forestales y las temperaturas de los inviernos disparan la germinación de *A. pungens*.

Las semillas se germinaron en cajas de petri en una base de algodón y papel filtro con humedad suficiente para evitar sobrenadante. Se realizaron pruebas de viabilidad antes y después de los experimentos por el método de Tetrazolium. El número de semillas por caja fue de 50 y el número de repeticiones por tratamiento 3.

Experimento 1. Se realizó siguiendo la metodología propuesta por Gastroni (1993), sumergiendo en agua las semillas a temperaturas de 40, 50, 60 y 70° C, durante 10 minutos. Las condiciones de germinación fueron: uno en sombra a temperatura ambiente y otro en sol por la mañana y luego en sombra a temperatura ambiente.

Experimento 2. Se aplicó un tratamiento de escarificación de temperatura seca, los niveles de este factor fueron: 80, 95, 119 y 142° C, aplicadas durante un minuto en una mulla con temperatura controlada.

Experimento 3. Se realizó en campo con semillas colectadas de frutos directamente de 5 plantas, y con semillas (sin carpó) colectadas bajo la cobertura de las mismas plantas, presumiblemente caídas en años anteriores ya que mostraban signos de vejez. Una parte de lotes se colocaron más o menos a dos cm de profundidad bajo la hojarasca y se quemaron con pasios existentes en el mismo lugar, las otras dos parte no se les dio ningún tratamiento adicional.

Experimento 4. Se aplicaron dos tratamientos: método de almacenamiento de las semillas y método de escarificación. El primer tratamiento tuvo dos niveles: 1) semillas almacenadas a 4° C durante 40 días para simular el efecto del invierno en la maduración del embrión, y 2) semillas almacenadas a temperatura ambiente. El segundo tratamiento tuvo 8 niveles: los primeros cinco fueron de escarificación por exposición de las semillas a diferentes temperaturas: 150, 175, 200, 225 y 250° C durante 5 minutos en una mulla con temperatura controlada. Los siguientes dos niveles fueron: semillas expuestas a un incendio simulado colocando las semillas bajo una capa de hojarasca de manzanilla de 4 y 2 cm de profundidad. El último tratamiento consistió en aplicar escarificación mecánica con una lija en la cara adaxial de la semilla.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los experimentos uno y dos ninguna semilla germinó, a pesar de que la viabilidad antes del experimento fue 87% a 3.2, y una vez terminado varío entre 66 y 86%.

En el experimento 3 germinaron dos semillas del tratamiento realizado con semillas encontradas en el banco semillas y expuestas a un incendio superficial bajo la hojarasca.

En el experimento 4 germinaron semillas expuestas a los tratamientos: "2 cm NR", "150" R", y "150-NR y del "escarificación mecánica refrigeradas y no refrigeradas"

La viabilidad en todos los casos supera el 70% antes de iniciado los experimentos por lo cual no hay bases para suponer que los resultados fueron debidos a falta de viabilidad de las semillas. En todos los casos que germinaron semillas se obtuvieron porcentajes de germinación muy bajos (menores al 2%), a excepción del tratamiento escarificación mecánica (24%), a pesar de que la viabilidad siempre fue mayor a 66%.

Dado que los resultados de germinación son muy bajos es posible que exista algún factor adicional a la temperatura que desencadene la germinación en campo. Sin embargo resultados similares fueron obtenidos por Kaufman (1983) con semillas de esta misma especie.

Los resultados indican que el tipo de dormición que presentan la semilla de *A. pungens* es física, ya que el contacto con la humedad, en los tratamientos de escarificación mecánica, disparó la germinación.

## CONCLUSIONES

Es necesario conducir experimentos adicionales que permitan determinar si existe algún otro factor que dispare la germinación masiva de la manzanita.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

Casas S. R., González E. S y Tera F. G. 1995. Estructura y tendencias sucesionales en vegetación de clima templado semi-seco en Durango, México. *Madroño* 42(4): 501-515.

Granstrom A. and J. Schimmel, 1993. Heat effects on seeds and rhizomes of a selection of boreal forest plants and potential reaction to fire. *Oecologia*. 94(3):307-313

Kaufman, J. B. 1983. The ecological response of the shrub component to prescribed burning in mixed conifer ecosystem. Dissertation. Doctor of philosophy. University of California, Berkeley.

Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. 432 p.

## IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTULAS FORESTALES EN UN VIVERO SECTORIZADO

Fabián Enriquez García, Ana Isabel Castillo Hernández y Gonzalo Guarneros Alvarado

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La misión de un vivero es producir eficientemente planta de calidad, en la cantidad y oportunidad requeridas, de las especies apropiadas al sitio y propósito de la reforestación. Es importante destacar que la producción de plántulas es una actividad generadora de empleo para el sexo femenino. Tal factor se debe a las particularidades de operación donde se exige mayor atención y habilidades manuales.

**OBJETIVO.** Caracterizar el sistema de producción de plántulas forestales denominado como vivero sectorizado, que es una modalidad en la producción de plantas propia del establecimiento de plantaciones forestales comerciales.

**DESARROLLO DEL TEMA.** Este modelo de vivero se divide en cuatro sectores, 1) Sector de Apoyo, Área reservada para limpieza y almacenamiento de equipos, materiales, e insumos. El área de servicio esta constituida por: Almacenamiento de semillas; Fabricación de sustrato; Almacén de materias primas sustrato, contenedores, charolas, etc.; Lavado y desinfección de contenedores, porta contenedores y cajas de envío al campo; Preparación de contenedores para la siembra; y Oficina de control operacional. 2) Sector de Germinación o Enraizamiento, este sector abriga la fase de germinación de semillas o enraizamiento de estacas. El área puede ser abierta o techada, con cobertura de plástico o malla media sombra. 3) Sector de Crecimiento, esta fase generalmente es abierta (plena luz) pudiendo ser cubierta por malla media sombra, en el caso de formación de plántulas por estacas. Los riegos son a capacidad de campo, pero a menor frecuencia (aspersión) comparativamente con el sector de germinación. 4) Sector de Justificación, fase

final de la formación de plántulas, el espaciado puede ser ampliado al treinta y tres por ciento de la capacidad total de la charola, las fertilizaciones son controladas pudiendo darse fertilizaciones de ajuste para uniformizar el tamaño y porte de la plántula y la irrigación es con partículas mayores y con menor frecuencia comparativamente con el sector de crecimiento simulando un estrés hídrico cuya finalidad es preparar a la plántula a las condiciones que tendrá en campo. Las plántulas permanecen a pleno sol, antes de ser expuestas para su plantío.

La siembra es la colocación de las semillas en el centro del contenedor, seguida de su cubrimiento y humedecimiento. La cobertura se refiere a la aplicación de una capa de material inerte que proteja de agentes bióticos a la semilla colocada sobre la charola. Se deben considerar: a) La calidad de la cobertura (sustrato, vermiculita, arena sílica, etc.); b) Hacer una distribución de la cobertura en forma homogénea; c) Cubrir el máximo dos veces el tamaño de la semilla; y Aplicar un riego fino luego de la cobertura. Para la germinación no compactar el sustrato; Controlar los riegos para mantener la humedad; Mantenimiento de la malla media sombra; Mantener la sanidad de plántulas y controlar la luz; Aplicar cuidadosamente la primera fertilización; Corregir emisores para homogeneizar la fertilización/riego /mantener el índice de uniformidad de riego al cien por ciento; y Evitar objetos sobre las plántulas (listones, piedras, contenedores, etc.).

Para realizar el raleo consideraremos a) Edad de la plántula entre 20-28 días; b) Trabajar con tijeras pequeñas y anatómicas; c) Desinfectar las tijeras periódicamente (2 veces al día); d) Mantener la tijera bien afilada y ajustada; e) Dejar una plántula por contenedor; g) Retirar las plántulas cortadas; h) Cortar la plántula al ras del sustrato; i) Evitar daños en las plántulas seleccionadas; j) No apoyar los brazos sobre las plántulas; y k) realizar un riego después de la operación. Para la primera selección es necesario: seleccionar las plántulas sanas, transportarlas al sector de crecimiento, acomodar las plántulas a un espaciado mayor que el de siembra y

<sup>1</sup> Trabajo a Presentarse en el VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales, 2002

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la Escuela de Ingeniería Agrícola, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tel y Fax 01(221)3-22923 y 01(221)3190017, email: fabianenriquez@mxnet.com y isabel@incubus.net

<sup>3</sup> Productores e Investigadores egresados de la Escuela de Ingeniería Agrícola de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

sustrayendo contenedores vacíos, promoviendo así mejores condiciones de desarrollo de plántulas y aumentando la capacidad productiva del vivero; La segunda consiste en seleccionar las plántulas por patrón de calidad y tamaño, eliminando la competencia establecida por la luz, recuperar las plántulas dominadas y prepararlas para las condiciones rústicas de campo (rustificación). La edad de las plántulas para realizar dicha actividad se considera entre 55 a 65 días, (sector de crecimiento-inicio sector de rustificación). La edad mínima para salida a campo es de 7 meses; sin embargo existe un intervalo de 7 u 8 a 10 semanas en el cual se puede manejar la salida a campo de un lote completo de siembra. El consumo de agua de irrigación varía en función de la edad de la planta, Intercepción de agua por hojas, y deriva por vientos. Para el sistema de irrigación estos factores deben ser considerados para que haya una dimensión correcta de bombas, tuberías y una elección de aspersores adecuados para cada sector.

La fertilización de base aporta los nutrientes necesarios al sustrato, principalmente fósforo y micronutrientes, para atender el inicio del desarrollo de la plántula.

La calidad de la planta en un vivero forestal es la base para que las plantaciones futuras tengan excelentes condiciones de crecimiento y producción de los derivados de la madera, por lo que las características morfológicas y fisiológicas para evaluar la calidad de la planta son determinantes. Las características que deben tener las plantas de calidad son: Edad, Equilibrio y Proporción, Diámetro del Cuello, Estado Sanitario, Homogeneidad, Las características para evaluar la calidad de la planta son: Valor Genético, Altura de la Planta, Diámetro del Tallo, Relación Altura/Diámetro o Índice de Robustez, Relación Tallo/Raíz, Sistema Radicular, Yema Apical, Arquitectura del Tallo, Estado Nutricional, Lignificación de la Planta, Potencial de Crecimiento de Raíz, Tolerancia al Estrés, y el Estado Sanitario.

**CONCLUSIONES.-** La producción de plántulas es una actividad generadora de empleo para el sexo femenino ya que del 60 a 70 por ciento son mujeres; Para producir una planta de calidad, requiere considerar aspectos técnicos y administrativos así como la de Evaluar y registrar cada una de las fases del proceso integral de la reforestación, que permita integrar y mejorar constantemente los paquetes tecnológicos, de acuerdo a las condiciones propias de

cada vivero, del sistema de producción y de las características de las especies; Se debe tener un control de los lotes de plantas, con especie, cantidad de plantas, fecha de siembra o trasplante, origen o procedencia y fuente productora de germoplasma.

La importancia radica cuando se hace la cosecha, ya que es ahí donde radica la calidad, debido a que en un futuro no tendremos problemas en campo; además que siempre se va a disponer de espacio para producir planta. La mano de obra se reduce en un 40% en comparación con un vivero tradicional.

## INDUCCIÓN SIMBIÓTICA DE *Agave durangensis* Y *Glomus intraradices*, (INOCULO COMERCIAL)

Montes Rivera María Graciela, Ruiz Marín Alfredo Instituto Tecnológico Agropecuario N°1 de Durango. chinamonri@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN.

La desertificación de los recursos forestales no maderables afecta día a día a las zonas productoras de mezcál, con el consiguiente efecto sobre el deterioro de las condiciones de vida de sus habitantes. Esta situación es particularmente crítica, debido a la lentitud difícil y alto costo de las actividades de recuperación de los ecosistemas áridos y semiáridos de manera que se puedan obtener beneficios bajo un criterio de desarrollo sustentable (Granados, 1993). El aprovechamiento de los agaves ha sido importante para el desarrollo de las comunidades ubicadas en las zonas áridas y semiáridas de nuestro Estado. Son plantas adaptadas a condiciones de sequía. Algunos de los atributos que posee este género para hacer frente a la falta de agua, son sus raíces superficiales y ramificadas, cutícula gruesa, succulencia, estomas hundidos y de metabolismo ácido de las crasuláceas. Su importancia económica radica en el líquido extraído que es rico en azúcares principalmente fructuosa, produciendo a partir de él, diferentes bebidas fermentadas y destiladas como el "mezcál". En 1998, el Gobierno federal, a través de la SEMARNAT establece la creación del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE) cuyo objetivo es la producción de plantas vigorosas y de buena calidad que sean utilizadas para el establecimiento de plantaciones forestales maderables y no maderables y de esta manera recuperar las áreas forestales degradadas e incrementar la productividad. Sin embargo, existen antecedentes de que gran número de plantaciones forestales no maderables establecidas anteriormente han fracasado debido a que existe el problema de que no se toma en cuenta las condiciones que una planta necesita tener al salir del vivero para su plantación definitiva, puesto que por primera vez estarán sometidas a la competencia con otra vegetación por agua, nutrientes, luz, espacio y soportar las condiciones adversas del medio ambiente como el viento y el clima (Belo, 2000). Una alternativa para lograr la producción de planta más vigorosa que le permita tener mayor

posibilidad de supervivencia en el campo; es el uso de micorrizas en viveros, realizar prácticas culturales en la producción y manejo de las plantas en viveros e invernaderos. En el caso de los agaves, el tipo de espora que establece una relación simbiótica es el grupo de las endomicorrizas (Farjuel, 2000). Una planta de buena calidad es aquella que produce mayor cantidad de biomasa, así mismo presenta una mayor sobrevivencia, crecimiento, desarrollo y adaptación en el lugar de plantación definitiva. Con base a lo anterior en el presente estudio el objetivo principal fue evaluar la simbiosis micorrizica entre *Agave durangensis* y dos inoculos comerciales (BuRIZE® y Block de Micorrizas), de endomicorrizas del género *Glomus*.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Biotecnología del ITA N°1. El trabajo se dividió en dos etapas. Primera etapa. Reproducción e inoculación de las plantas de *Agave durangensis*. Se sembraron dos semillas de *Agave durangensis* sobre una mezcla de sustrato de musgo, agrolita y vermiculita en proporción 3:1:1 y se cubrieron con arena, se utilizó como envase charolas germinadoras de 72 cavidades y capacidad de 80 cm<sup>3</sup>, a la semilla se le dio un tratamiento de pregerminación en agua por 24 horas. Cuando las semillas germinaron y las plantas alcanzaron un promedio de 3 cm de altura se trasplantaron a tubetes de 310 cm<sup>3</sup> de capacidad, utilizando un sustrato de musgo, agrolita y vermiculita en proporción 3:1:1. Al momento del trasplante se indujo la simbiosis micorrizica inoculando de manera directa y manual la raíz de las plantas con esporas comerciales de *Glomus intraradices* de la marca BuRIZE® de Buckman Laboratorios S.A de C.V. y Q.F. Block con micorrizas de Química Foliar S.A de C.V., utilizando una jeringa graduada. Se desarrollaron los siguientes tratamientos: T1.- 3ml de BuRIZE®, T2.- 5ml de BuRIZE® 3.- 3ml de Q.F. T4.- 5ml de Q.F. T5.- Testigo. Cada tratamiento contó con 50 repeticiones y se consideró a cada planta como una unidad experimental y se distribuyó en un sistema de bloques al azar para la evaluación de



las siguientes variables: a) Tamaño de la planta, b) Número de hojas, c) Número de raíces, d) Biomasa en peso seco, e) Porcentaje de micorización. Estas variables se evaluaron transcurridas 3 semanas después de la inoculación. Segunda etapa. Evaluación. Después de transcurrido el tiempo para la germinación de las esporas y la invasión de la micorriza a la raíz se tomó una muestra al azar de 5 plantas por tratamiento, a las cuales se les retiró el sustrato y se midió la altura, se contabilizó el número de hojas y el número de raíces, para después cortar la raíz y someter la parte aérea de la planta a un proceso de secado en una estufa a 110°C por 24 horas para determinar la biomasa. La raíz que fue separada de las plantas se sometió al proceso de aclareo y tinción con la modificación de la técnica descrita por Phillips y Hayman (1970). Esta técnica de tinción fue modificada para raíz de agave debido a que ésta, es anatómica y morfológicamente diferente, es más fibrosa y lignificada que las raíces de plantas herbáceas, para la que se estableció originalmente.

**EVALUACIÓN DE RAÍCES MICORRIZADAS.** Para determinar el porcentaje de micorización se colocaron en un porta objetos segmentos de raíz coloreada por lo menos 10 en cada portaobjetos. Con la ayuda de un microscopio se observó la presencia de estructuras fúngicas, (hilas, vesículas o arbusculos) se le dio el valor de uno para cada estructura, dependiendo del número de campos observados y el número de campos micorizados se dividió y se multiplicó por 100.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez analizada la información obtenida los resultados fueron los siguientes: En la variable altura de la planta, no se determinó diferencia significativa alguna entre los tratamientos; ya que los valores obtenidos fueron iguales. Con una altura promedio de 12 cm. Para la variable número de hojas, cada tratamiento presentó entre 7 y 8 por lo que no se consideró diferencia entre ellos. En la variable número de raíces, el número de raíces principales y secundarias entre los tratamientos fue muy similar, observando un pequeño incremento en el tratamiento 2 en las raíces terciarias sin que por ello fuera estadísticamente significativo para considerarlo como el mejor tratamiento.

Respecto a la variable biomasa, el peso seco de las plantas fue igual en todos los tratamientos. Para la variable porcentaje de micorización no se encontraron estructuras fúngicas en la raíz con ninguna de las dosis de los dos inóculos

comerciales. La asociación simbiótica entre *Agave durangensis* y *Gibberia intraradices* (inóculo comercial) no se presentó. De acuerdo a las recomendaciones de las compañías que comercializan el inóculo de *Gibberia intraradices*, ellos sugieren para el género *Agave* el uso de una endomicorriza. Sin embargo en esta investigación no se logró la simbiosis micorrizica con *Agave durangensis*. Se siguieron las especificaciones de la empresa sobre su uso y aplicación, sin obtener resultados satisfactorios. El manejo del cultivo fue el apropiado para la especie, no se presentaron enfermedades fungosas, que son comunes durante la etapa de invernadero como *Damping off*, ni plagas que pudieran afectar los resultados de la inoculación. La instrucciones para la mezcla del producto no garantiza que al momento de aplicarlo contenga el número de propágulos por cc que especifica el envase. Tampoco menciona si contiene algún otro factor estimulante del crecimiento de las plantas.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- GRANADOS, S.D. 1993. Los Agaves en México; Impreso en México. Universidad Autónoma Chapingo, México; 1ª Edición, pp. 352.
- BELLO L. A., et al. 2000. Evaluación técnica de la reforestación. México, 97p.
- FANJUL, J. 2001. Catálogo Productos Forestal. Editado por Plant Health Care, México, México, DF 135 pp.
- PHILLIPS, J.M. and HAYMAN, 1970. Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. Trans. Br. Mycol. Soc., 55(1):158-161.

## Lodos composteados; una alternativa de sustrato para la producción de planta de *Agave durangensis*

Montes Rivera María Graciela<sup>1</sup>, Jiménez Sanchez Hector F<sup>1</sup>, Solís González Santiago<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Agropecuario N°1 de Durango<sup>1</sup>, Instituto Tecnológico Forestal<sup>2</sup> El Salto, Dgo., chinamonn@hotmail.com

#### INTRODUCCION.

La generación de lodos residuales en México se ha incrementado durante los últimos 10 años, haciendo más difícil encontrar sitios para almacenar estos materiales (Metcal y Eddy, 1996). El agua residual que genera la ciudad de Durango y que se recibe en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), es principalmente de origen doméstico con contaminantes orgánicos y sólidos, debido a la aportación de 490,524 habitantes según el censo 2000 de INEGI. En la actualidad se reciben en promedio de 1,300 lps a 2000 lps. Sobrepasando esta cantidad durante los meses más lluviosos haciéndola insuficiente. Este afluente diario a generado de acuerdo al segundo monitoreo efectuado por la PTAR en el 2000 la cantidad de 80,175m<sup>3</sup> de volumen total de azolve de las 8 lagunas de aireación y constituye un problema, que es necesario dar solución de manera sustentable, económica y social. Los programas de plantación forestal en Durango se han incrementado recientemente, con el fin de establecer la cubierta forestal en las áreas degradadas del bosque. En 1998, se establecieron 180 plantaciones, restaurando 1,484.5 ha; mientras que en el 2000 se incrementaron a 430, con una superficie de 5,116. En el 2002, la meta es la restauración de 7,110 ha. (Solís, 2002). Sin embargo, para lograr estas metas es necesario producir gran cantidad de plantas de calidad que sobreviva en el campo. CoNaFor para el 2002 produjo 12'910,410 plantas de las cuales 2'500,000 son de *Agaveceae*. Esto implica el uso de grandes volúmenes de sustrato para producir grandes cantidades de plantas, lo cual eleva los costos de producción. Actualmente las 21 viveros del estado que son los encargados de producir este volumen de plantas utilizan el sustrato artificial compuesto por musgo, agrolita, vermiculita. Se propone que el lodo residual compostado es una alternativa de sustrato, para sustituirlo y disminuir su costo. El uso del lodo residual compostado como sustrato, presenta alternativa de solución para la producción de planta, tan solo para la demanda de planta de

*Agave* que a tomado gran auge por la denominación de origen NOM-070-SCF-1994 que a adquirido el mezcál para el estado de Durango. El presente trabajo tuvo como objetivo: evaluar los lodos residuales compostados de la PTAR; cuantificar los coliformes totales, fecales antes y después del composteo; determinar la factibilidad de los lodos como sustrato para plantas de *Agave*; mediante el análisis de fertilidad y metales pesados. Es financiado por Fondo Mixto Gobierno del Estado de Durango-CONACYT. Clave DGO-2002-CD1-3069.

#### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en los Laboratorios de Biotecnología y de suelos del ITA; en el Laboratorio de Análisis de Aguas Residuales de SIDEAPA y en el Laboratorio de Análisis Industriales del Guadiana. El sitio de muestreo fue en la 2ª laguna de la PTAR en abril 2003. Las variables a evaluar fueron: número de coliformes totales y fecales antes y después del composteo. Se realizaron 3 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno: fueron compostados en una caja de madera de 50 cm de ancho X 75 cm de largo X 45 cm de altura con manivelas al centro con cubierta de vidrio doble; se mantuvo por 45 días girando cada 5 días para su aireación. Tratamiento 1.- Lodo fresco (40 kg); 2.- Lodo fresco (40 Kg), 10 Kg. de alfalfa, 10 Kg. de paja de avena seca, 10 Kg. De estiércol fresco; 3.- Suelo agrícola del ITA N°1. La determinación del número más probable de coliformes se efectuó a partir de la aplicación de la técnica de tubos múltiples con Caldo Lactosado con Púrpura de Bromocresol concentración simple y Caldo lactosado con verde brillante Bile al 2%. Obtenidos los datos se utilizó un pequeño estadístico de la FAJANIL. Del cual se usó un Completamente al azar. Para evaluar las variables porcentaje de materia orgánica, sales minerales y caracterización físico-química, se tomaron 3 muestras de cada uno de los tratamientos como repeticiones, se analizaron en el laboratorio de suelos, se cuantificó la fertilidad, de las muestras, se determinó la cantidad de N, P y K, y el pH. En el Laboratorio de Análisis Industriales del Guadiana, se analizaron el contenido de los

principales metales pesados como Cu, Fe, Cr, Pb, Zn, Ni, Cd, As, Hg, se tomaron 5 muestras de 100 gr. De cada uno de los tratamientos.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la presente investigación se dividieron en: 1.- análisis microbiológicos y 2.- análisis de suelos físicos químicos. 3.- metales pesados. 1.- Microbiológicos: En el cuadro 1 se observa los resultados de los coliformes fecales después del composteo. No existe una Norma Oficial Mexicana que informe sobre los límites máximos permisibles de coliformes fecales en suelos destinados a cultivos; solo se encuentra información sobre los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas de coliformes fecales son los establecidos en la Norma Oficial Mexicana MNX-AA-42 por el método de tubos múltiples de fermentación: Servicio al público con contacto directo 240 NMP/100 ml, Servicio al público con contacto indirecto o uso ocasional 1000 NMP/100 ml.

Cuadro 1 Resultados de la Comparación de Medias del composteo del NMP de coliformes fecales.

Trat.	Antes	Después
I	24000 000 a	4300 a
II	4300 b	600 b
III	300 c	0 c

Nivel de significancia 0.01 DMS=552.6069

Esta técnica que se utilizó en la NOM es la realizada en el presente trabajo, cabe mencionar que es para aguas residuales y en el caso de la investigación se obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos de 600 NMP/100 ml de coliformes fecales del tratamiento II después del composteo; valor bajo comparado con el de la Norma para uso de servicio público con contacto indirecto. Este resultado del tratamiento II demuestra la efectividad del composteo aplicado, dado que el lodo residual actuó como un inoculo más en la descomposición de la materia orgánica y en la destrucción de coliformes fecales. De acuerdo con los resultados el análisis del suelo físico químicos de pH, N, P, y K se presentan en el cuadro 2. Ruiz, (2003) menciona que el pH para plantas de Agave es de 5 a 8 y un rango óptimo de crecimiento es de 5.5 a 6.5, fuera de estos rangos crece con dificultad. En los tratamientos I y II los pH son 6.72 y 6.54 respectivamente considerándose ideales para el cultivo de Agave. El tratamiento III su pH fue 8.76 siendo alcalino y como cita Ruiz, dificulta su crecimiento.

Cuadro 2. Resultados del análisis de suelo físico químico del lodo composteado y suelo agrícola

Trata	pH	N 338 %	P ppm	K ppm	Materia orgánica %
I	6.72	0.32	101.94	680	7.32
II	6.54	0.28	82.12	1300	11.62
III	8.76	0.28	132.01	1020	1.8

Respecto a la fertilidad en el tratamiento II encuentra el mayor porcentaje de nitrógeno, y de materia orgánica (Cuadro 2), esto obedece al contenido de microorganismos ya que Binkley (1994) menciona que los iones amonio y nitrato se encuentran disueltos en agua y la fijación biológica del nitrógeno se realiza por los microorganismos.

En los resultados obtenidos de metales pesados, son menores a los permitidos por la EPA.

Cuadro 3 Resumen de metales encontrados en los lodos composteados.

Metales	Tratamiento I ppm	Tratamiento II ppm	Tratamiento III ppm
Cromo	2300	32.4	28.9
Plomo	1.92	0.29	1.81
Cadmio	ND	ND	ND
Niobio	100.0	96.0	120.0
Zinc	1.28	1.262	10.72
Cobalto	31.2	6.9	14.4
Cobalto	5.2	2.9	0.3
Aluminio	25.000	8.004	0.300
Mercurio	5.8	3.72	0.702
Manganeso	2000	115.5	160.0

Las cantidades obtenidas de metales pesados en el tratamiento II donde se añadió alfalfa verde, paja seca de avena y estiércol; son significativamente menores que las del tratamiento I donde solo son lodos residuales composteados; por lo que concluye que los microorganismos presentes en el tratamiento II y la materia orgánica presente ayudaron a la disminución de las cantidades de metales pesados.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- Binkley, D. 1994. Nutrición Forestal Prácticas de Manejo. Editorial LITSA México, D.F. pp 568.  
 Enriquez, E.C. 1990. Manual del taller de adiestramiento sobre microbiología del agua-1ª versión, IMTA-CNA, México pp 55.  
 Metals Eddy, 1996. Ingeniería de aguas residuales. Edita. McGraw-Hill, México. Pp.409-504  
 NOM-AA-42-1987.- Determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y escherichia coli  
 Solís G.S.; Montes, R. 2002. Comportamiento y Evaluación de las plantaciones de pino en áreas de baja precipitación en Durango. In Memoria del XIII

Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Guadaluajara, Jal. México.  
 Ruiz M.A.; Montes, R.B. 2003. Inducción simbiótica de *Agave durangensis* y *Gibbus interradialis* (inoculo comercial). In memoria del IV Foro Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal. Durango. México.

"Plantación preliminar de *Solanum quitoense* L. bajo dosel protector en superficie reforestada."

M.C. Jesús Hernández Alonso,  
Alberto Ramos,  
Edith Rivera García.

Introducción:

Una vez establecidas las plantaciones forestales permite el desarrollo de múltiples especies vegetales independientemente de la cobertura de pastos, como: Tomatillo, moras y en especial el "Huevo de gallo" *Solanum quitoense* L.

Dicho aspecto se desarrolla perfectamente de manera natural bajo la protección de la copa de las especies de coníferas.

El fruto es una baya globulosa de 4-6 cm. en medio natural, con un sabor concentrado a jitomate normal. En otros países como Colombia el producto es industrializado en la preparación de jugos y refrescos que dan un sabor ácido y muy agradable de aroma especial (J. Pohlen, 2001).

Conociendo el aprovechamiento, su aporte alimenticio y su riqueza en minerales y proteínas, es importante investigar el comportamiento de la especie en medio natural y como cultivo para subsistencia como parte de la dieta alimenticia del habitante rural.

Objetivos:

- Aportar conocimientos básicos sobre el comportamiento de la especie para la promoción de cultivos en la región.
- Conocer el potencial alimenticio en minerales y proteínas.
- Incorporar el fruto a la dieta alimenticia mediante el manejo de la especie.

Materiales y método:

Para el establecimiento de la plantación con *Solanum quitoense* L., se recolectaron frutos de plantas silvestres en agosto del 2002 y se extrajo la semilla, y mediante el proceso de secado y tratamiento químico se almacena para su próxima germinación la obtención de la planta se llevó a cabo mediante la combinación de varios sustratos mejorados y su siembra en charolas, una vez alcanzado la planta 20 cm. de altura se llevó el trasplante en base de polietileno con 1 Kg. de sustrato aproximadamente.

Cuando la planta alcanza un tamaño de 40 cm. se llevó al campo y se estableció la plantación en cepes de 40 X 40 cm. La ubicación se llevó a cabo al lado de un pino *abopástora* en una plantación forestal, por ser una planta que se desarrolla bajo dosel protector el establecimiento guardó el diseño experimental con "parcelas completamente al azar" contando con tres repeticiones con tratamientos de 36 plantas y a una densidad de 2 X 2 el estudio constó de 108 en total.

Resultados:

El análisis de los datos de campo con respecto a las variables estudiadas de supervivencia altura y diámetro se obtuvieron mediante el análisis de varianza resultando que entre los tratamientos no existe significancia alguna en las tres variables estudiadas, lo que hace suponer que tanto los factores ecológicos así como los edáficos influenciaron en el resultado.

En la supervivencia fue de 99.07 % ya que solamente se tuvo una sola planta muerta durante todos los tratamientos, la cual tuvo como causa principal el maltrato al momento de plantarla, en cuanto a diámetro y altura es muy homogénea en el desarrollo del follaje.

En este caso se probó que la supervivencia tuvo un comportamiento similar.

Discusión:

1. *Solanum quitoense* L. es una planta de fácil reproducción por medio sexual.
2. Es una fuente importante de minerales y proteínas.
3. El mejoramiento genético de la especie puede enriquecer el tamaño del fruto y permitir su consumo.
4. Con los resultados obtenidos se deben establecer las directrices para la domesticación de la especie *Solanum quitoense* L.

Bibliografía:

J. Pohlen (ED.) 2001, La Fruticultura orgánica en el Cauca, Colombia - Un manual para el campesinado, Impreso en Alemania, pp. 265 - 273

PRESERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES USADAS EN LAS CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS CAMPESINAS DEL ESTADO DE TABASCO

José Manuel Salaya Domínguez\*, E-mail: salaya71@hotmail.com,  
Llises López Noverca\*, Jorge Arturo Díaz González\*

\*Profesores de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

INTRODUCCIÓN

Es quizá un lugar común en los tiempos actuales, insistir en que la temática ambiental, así como la cuestión de los recursos naturales, son aspectos que lamentablemente han sido soslayados en numerosas teorías y modelos de desarrollo y que su incorporación, en su dimensión espacial y cuantificada, es una actividad hasta cierto punto reciente en los diferentes esquemas de planificación. Por otra parte cuando se trabaja en instancias concretas de planificación, cada vez se hace más evidente la necesidad de disponer de datos de los recursos naturales, cuantificados y localizados en el espacio y en especial de recursos disponibles, su utilización actual, y de las diversas barreras naturales, sociales y económicas que obstaculizan o dificultan su utilización racional, intensiva y sustentable (Rzedowski, 1983).

No obstante, a lo largo de la historia del hombre, y pese a que la naturaleza es la fuente primaria de la producción de material que ha permitido el desarrollo de ciertos grupos humanos a costa del establecimiento de otro, por supuesto la incorporación de la problemática ambiental y el uso de los recursos naturales en los ámbitos de la ciencia y tecnología solo ha servido para perfeccionar su explotación con fines de acumulación de riquezas y de poder, y nula o muy poca atención se le ha dedicado a la previsión de aquellas consecuencias desfavorables que pudieran derivarse de las formas e intensidades con que se realiza la explotación, como la degradación de los bosques y selvas, las erosión del suelo y la contaminación del medio ambiente. Menos interés se ha puesto a la generación de medios y los procedimientos indispensables para su conveniente conservación a largo plazo, que es lo que verdaderamente se requiere, tal es el caso del recurso forestal en el Estado de Tabasco.

Los recursos vegetales en Tabasco son de gran importancia económica, social y cultural. Pero urgen soluciones estratégicas para preservar esos materiales, que ayudan de manera directa a la economía de los pobladores (López, 1994; Torres, 2001)

OBJETIVOS

- 1) Rescatar y preservar especies forestales tropicales, usadas por los campesinos para las construcciones de sus viviendas en el Estado de Tabasco.

MATERIALES Y METODOS

Localización del estado de Tabasco

El estado de Tabasco se encuentra situado en el sureste de la República Mexicana, entre los 90 grados 59 minutos de longitud oeste y 18 grados 38 minutos de latitud norte. Limita al norte con el Golfo de México y el estado de Campeche, al sur con el estado de Chiapas, al este con la República de Guatemala y al oeste con Veracruz.

Ocupa una superficie territorial de 24 661 km<sup>2</sup>.

Encuestas: Se realizaron encuestas informales en diferentes sitios del Estado de Tabasco. Para ello se usaron dos rutas principales dentro del Estado, la primera consistió en recorrer la parte colindante con Veracruz hasta la parte colindante con Guatemala (recorrido de Este a Oeste) y la segunda ruta fue desde la colindancia del Estado de Tabasco con el Golfo de México hasta la colindancia con Chiapas (recorrido de Norte a Sur) deteniéndose a realizar encuestas donde se observaron viviendas construidas con material forestal. En total se encuestaron 120 viviendas.

Colecta de plantas:

- Viveros de la SEMARNAT (Cárdenas, Villahermosa, Teapa).
- Parcelas de productores (Cárdenas, Huimanguillo, Nacajuca, Centro).
- Reservas ecológicas de Tacotalpa, Teapa, Centro y Cárdenas.
- Vivero de SEDESPA (Villahermosa)
- Orilla de carreteras (Carretera federal Cárdenas-Coatzacoalcos, carretera Jalpa de Méndez-Nacajuca y Villahermosa-Centla).

Establecimiento de la plantación

El lugar donde se estableció la plantación fue en los terrenos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (UJAT) ubicada en la Ranchería la Huasteca, Centro, Tabasco. La fecha de siembra fue en julio de 2002, el método de siembra empleado fue el de marco real 5m x 5m, sembrándose 10 plantas por cada especie.



## Propagación de mezquite (*Prosopis laevigata* L.) por acodos, con distintos reguladores de crecimiento.

Rafael Ramírez Malagón, Ericka del Carmen Delgado Bernal, Juan T. Frías Hernández, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato, ramirafa@dulcinea.ugto.mx, ericka\_delgado\_bernal@hotmail.com, jfrías@dulcinea.ugto.mx.

**Introducción.** El mezquite, *Prosopis laevigata* L., es nativo de los Estados del centro de la república, se adapta a condiciones de suelos secos, pobres y aún salinos. Por lo general se reproduce por semillas con polinización cruzada por insectos. El mezquite es fuente de una madera dura muy apreciada en la industria mueblera, sus frutos sirven para alimentación humana y como forraje para ganado (1). Para formar clones de árboles seleccionados de mezquite una alternativa puede ser la propagación vegetativa por acodos (2), con esta alternativa se pretende la obtención de árboles elite con las características deseables para diferentes fines, pero al mismo tiempo se obtienen árboles con la misma información genética, lo que constituye un arma de dos filos.

**Objetivo:** analizar la respuesta a la formación de acodos de plantas de mezquite en diferentes estadios de desarrollo con aplicación de diferentes concentraciones o combinaciones de inductores del enraizamiento.

**Materiales y métodos.** Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 10 repeticiones utilizando árboles de 5 años y de más de 15 años de edad y rebrotes de estos. Los tratamientos fueron 14:

ANA 50, 100, 250 mgL<sup>-1</sup>, AIA 100, 250, 500 mgL<sup>-1</sup>, IBA 100, 250, 500 mgL<sup>-1</sup>, 2,4-D 100 y 1000 mgL<sup>-1</sup>, una mezcla de IBA 100 + ANA 50 mgL<sup>-1</sup>, una bacteria inductora del enraizamiento, *Bacillus subtilis* y un testigo. Las variables a medir fueron: respuesta al enraizamiento, longitud y número de raíces formadas.

**Resultados y discusión:** Las respuestas fueron diferentes en árboles jóvenes que en adultos, para árboles jóvenes el mejor tratamiento fue IBA 500, con 90% de enraizamiento, un promedio de 1785 raíces, con longitud promedio de 11.4 cm; mientras que en los adultos fue mejor IBA 250 con 70% de enraizamiento, con un promedio de 1086 raíces por acodo con un promedio de 7.46 cm de longitud. En los rebrotes de árboles adultos, no se obtuvo ninguna respuesta al enraizamiento.

El enraizamiento de los acodos se logró en mayores porcentajes en árboles jóvenes en contraste con los hechos sobre árboles adultos.

Los acodos hechos sobre rebrotes de plantas adultas no respondieron al enraizamiento y murieron poco tiempo después de hecho el acodo. Se presentaron respuestas diferentes al enraizamiento de acodos con diferentes inductores de enraizamiento.

En árboles jóvenes, la aplicación de IBA 500 mg l<sup>-1</sup> indujo las mejores respuestas con un 90% de enraizamiento promedio, un número promedio de raíces de 1785 por acodo y una longitud promedio de raíz de 11.4 cm.

En árboles adultos la aplicación de IBA 250, indujo las mejores respuestas con un 70% de enraizamiento promedio, un número de raíces promedio de 1086 por acodo y una longitud promedio de raíz de 7.46 cm.

**Conclusión:** El trabajo demostró que es posible formar clones de mezquite, utilizando la técnica de acodos.

### Bibliografía.

1.- Galindo Almanza S. y E. García Moya. 1986. The uses of Mesquite (*Prosopis* spp.) in the highlands of San Luis Potosí México. *Forest Ecology Management*, 16: 49-56.

2.- Vega M. V. Castillo de Meier G., V. Pérez y A.-O. Bovo. 1999. Obtención de plantas de *Prosopis alba* (*Leguminosae*) mediante acodos aéreos. *FYTON*, 65: 83-86.

## Propagación de Vainilla (*Vanilla Planifolia andrews*) a partir de Segmentos Defoliados en Condiciones de Invernadero

Mc. Mayne J. Gpe. Aguayo León\*, Mc. Ismael Pat. Aké\*

\*Instituto Tecnológico Agropecuario No. 16 de Quintana Roo, ipat@prodigy.net.mx

### Introducción

Dotado de cualidades sensoriales irreemplazables, los frutos de vainilla (*Vanilla planifolia andrews*) se utilizan hace siglos como componentes alimenticios; actualmente, sus aromas y extractos son esenciales en la industria alimentaria y perfumera, que cada vez incrementa sus demandas (Correl, 1953). La producción mundial de vainilla, se sitúa en 1,800, México solo contribuye con 15 y la demanda por cubrir es un promedio 3,000 toneladas anuales (Romeu, 2002).

El problema en México para incrementar su producción, son sus limitadas superficies existentes y su bajo nivel tecnológico de manejo; sobre todo en técnicas para el establecimiento de nuevas plantaciones, en el cual se usan esquejes colectados de vainillales en producción, que son establecidos por siembra directa en la sombra de tutores como cocoite (*Gliricidia sepium*), pichoco (*Erihina americana*) y chaco (*Bursera simarouba*). Este procedimiento es aplicado en estados productores como Veracruz, Oaxaca, Puebla y Chiapas que cuentan con un promedio de 600 hectáreas (Curti, 1989); y transmitida a la naciente región vainillera de Quintana Roo que cuenta con un promedio de 100 hectáreas establecidas, mediante esquejes provenientes de Veracruz. La técnica es adecuada para el sistema tradicional de producción, no así cuando se trata de establecer un sistema altamente rentable; en él se reportan elevados porcentajes de mortalidad inicial, la mayoría de las plantaciones establecidas no garantizan calidad física y genética; esta problemática se debe a varios factores causales entre los que destacan la dependencia de germoplasma residual ante la imposibilidad de seleccionar plantaciones donantes; baja calidad física, genética y de fitosanidad de esquejes (Sandker, 2002).

La necesaria mejora del germoplasma base de las futuras plantaciones requiere abordarse con investigación y diseño de nuevas tecnologías de propagación; la producción de plántulas de vainilla a nivel invernadero mediante la técnica de propagación por "segmentos defoliados"

constituye una alternativa que no ha sido explorada que representa una posibilidad más de obtener plántulas de calidad en menor tiempo; este enfoque fue la guía del ensayo cuyos resultados aquí se presentan.

### Objetivo

Se buscó generar una técnica de propagación que permita la obtención y producción de plántulas de vainilla de calidad garantizada a nivel invernadero, al cual consistió en una técnica de propagación vegetativa a partir de segmentos defoliados, establecidos bajo el sistema de producción por contenedores, bolsas de polietileno, sustratos comerciales y naturales y uso de biorreguladores vegetales.

### Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el invernadero del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 16 entre los periodos de agosto a diciembre de 2002, consistió en preparar "segmentos defoliados" de 15 cm promedio, con dos entrenudos, los cuales fueron establecidos en contenedores (T1) y en envases de polietileno (T2); en un diseño completamente al azar con 5 repeticiones; las unidades experimentales consistieron en cuadros con 5 charolas de poliestireno de 77 cavidades para un total de 385 observaciones por unidad para el caso de T1 y cuadros con 385 envases de polietileno de 7 x 15 cm para T2. El medio de cultivo para charolas consistió en una mezcla de los sustratos comerciales *sphag moss* (57%), *vermiculita* (23%) y *agritilla* (20%) más 2.5 gr/litro de sustrato del fertilizante de liberación lenta *osmocote*. Para las bolsas se realizó mezcla de sustrato natural a base de suelo negro (50%), suelo rojo (30%) y estiércol de bovino (20%). El material vegetativo donado por la Unión Regional de Productores no Tradicionales SIBIK S.S.S de Quintana Roo, recibió tratamientos de desinfección y esterilización para su liberación de plagas y enfermedades; para inducir enraizamiento se aplicaron auxinas, para brotes y crecimiento se aplicaron auxinas y giberelinas. La humedad ambiental osciló entre el 80-90%, mientras que la temperatura ambiental se mantuvo en 28 °C, la temperatura del sustrato se mantuvo a 22 °C y el nivel de sombra se

incrementó a 70 %. Los parámetros que se evaluaron fueron % de sobrevivencia, inicio de brotes, dinámica de crecimiento y crecimiento final.

#### Resultados y discusión

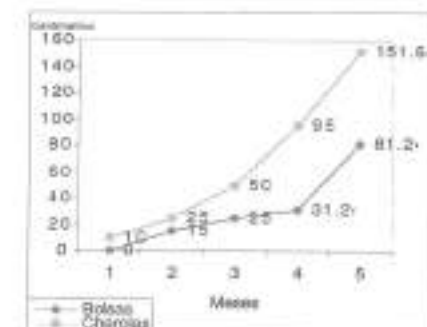
El comportamiento de la vainilla en esta prueba experimental inicial arrojó datos interesantes desde el punto de vista de viabilidad del germoplasma, el promedio de sobrevivencia obtenido para el tratamiento de envases fue del 90 %, mientras que los de charolas fueron del 97 %; al inicio del desarrollo de brotes fue al 1.3 y al 0.5 mes en charolas; el ritmo de crecimiento fue más rápido, constante y mayor para T1 en contraste con T2 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ritmo de crecimiento mensual (cm)

Trat.	Mes					Crec. Tot.
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
T1	10	15	25	45	56.6	151.6
T2	0	16	10	6.2	50	81.2

En cuanto al desarrollo acumulativo por meses, puede observarse en la figura 1, mayor crecimiento de guías en charolas en todos los meses; para fines de producción masiva el sistema de contenedores agiliza el logro de los tamaños de plántulas para las plantaciones en campo que se alcanzan a partir de los 3 meses, mientras que en el sistema de producción por bolsas es después de los 4 meses (figura 1).

Figura 1. Crecimiento acumulativo mensual



El tamaño de esquejes que se establecen en campo se ubican entre el rango de 50 a 80 cm de longitud, un promedio de 4 entrenudos (SARH, 1992). La diferencia entre los esquejes usados comúnmente para nuevas plantaciones y las plántulas obtenidas en charolas o bolsas

radica en que los segundos están dotados de un sistema radicular que las permitirá una mejor adaptación en campo.

#### Conclusión

Los valores generados del comportamiento de la vainilla en este ensayo de propagación por segmentos detallados, permiten demostrar su viabilidad para la obtención de plántulas de calidad físico-genética; en este caso el sistema de contenedores generó mejores valores de crecimiento, que pueden mejorarse más a futuro mediante nuevos experimentos que incluyan otras tecnologías de frontera generados en los últimos años a nivel de invernaderos.

Agradecimientos: Al C. Tec. Francisco J. Escárpe Lara, Presidente de la Unión Regional de Productores no Tradicionales SIISBIK S.S.S de Quintana Roo, por la dotación del germoplasma, y a la Pas. de LAE, Evelyn del Carmen León Chumba quien tuvo a su cargo una parte del trabajo de campo.

#### Bibliografía citada

- Correll, D. S. 1953. Vanilla, its botany, history, cultivation and economic importance. Econ. Bot. 7(4): 291-359.
- Curti, E. 1989. Manual para el cultivo de la vainilla en la región de Papantla, Veracruz, México. Edt. Quinto Sol, Sociedad de Productores Vainilleros de la Región de Papantla, México. 40 p.
- Romeu, E. 2002. La vainilla: de Papantla a Papantla, el regreso de un cultivo. Edt. Conabio. México. Rev. Biodiversitas: 5-10
- Sandker, M.A., 2002. Evaluación del proyecto piloto de la vainilla en Quintana Roo, México. Memoria de Prácticas Profesionales. Universidad y Centro de Investigaciones de Wageningen (WUR), Holanda.
- SARH, 1992. Manual de producción de vainilla en el estado de Veracruz. Folleto Técnico No. 3. Gobierno Federal. México DF. 30 p.

## Pruebas de regeneración artificial y obras de rehabilitación en dos localidades degradadas por incendio en la Sierra Madre Oriental, Coahuila y Nuevo León, México

MC. Rubén A. Marroquín Flores; Estudiante de Doctorado, Facultad de Ciencias Forestales UANL. [rmarroquin@itesm.mx](mailto:rmarroquin@itesm.mx)  
PhD. Javier Jiménez Pérez; Profesor Investigador, Facultad de Ciencias Forestales UANL. [jjimenez@fcf.uanl.mx](mailto:jjimenez@fcf.uanl.mx)

#### Introducción

El presente trabajo se realizó en dos sitios de la Sierra Madre Oriental durante los años 2000 a 2003, se seleccionaron dos áreas incendiadas una en cada lugar y se trató de conseguir la plántula disponible de las especies siniestradas, encontrando en la Facultad de Ciencias Forestales *Pinus pseudostrabus* Lindl. especie con la cual se instaló un experimento.

#### Objetivos

Restauración ecológica con *Pinus pseudostrabus* Lindl. en dos ecosistemas forestales degradados por fuego de alta intensidad en la Sierra Madre Oriental.

#### Materiales y Métodos

El experimento cuenta con cuatro tratamientos, uno de exclusión de herbívoros mayores, otro tratamiento cuenta además con barreras transversales de troncos y ramas, el tratamiento de semillas fue excluido de herbívoros mayores también y el control está compuesto solo de plántulas; son aproximadamente 770 cepas por tratamiento en tres repeticiones.

#### Resultados

A un año de la plantación se encontró que los tratamientos con plántulas entre si no presentan diferencias significativas en función del establecimiento y que por su parte estos si presentan diferencias significativas con el de las semillas.

#### Discusión y Conclusiones

La localidad de Mesa las Tablas presentó a un año de la plantación una mortalidad de 99 %; se presenta una hipótesis que pretende explicar el resultado. En la localidad de Laguna de Sánchez el establecimiento a un año fue de 25 % y las expectativas económicas de la regeneración artificial son estudiadas.

#### Bibliografía

- Urbanska, K., Webb, N., Edwards P. 1997. Restoration ecology and sustainable development. Cambridge University Press.

## RESPUESTAS A LA FERTILIZACIÓN EN INVERNADERO de *Pinus cambroides* y *P. pincaana*.

Lindolfo Durán E.<sup>1</sup>, Miguel A. Capó A.<sup>2</sup>, Ricardo López A.<sup>3</sup>

**INTRODUCCIÓN.** Recientemente, los viveros oficiales de nuestro país iniciaron una serie de cambios en la metodología de producción de plántula. Entre otras innovaciones dichos cambios incluyen el uso de contenedores de poliestireno y el uso de sustratos estériles, con lo que se presenta la necesidad de usar fertilizantes.

Existe una amplia variedad de productos comerciales, muchos de origen norteamericano y canadiense. Sin embargo dichos fertilizantes fueron formulados para las especies y las condiciones de aquellos países.

Las especies mexicanas, en su mayoría, no han sido probadas experimentalmente, y en las que sí se han probado, su respuesta no ha sido reportada en artículos científicos, salvo algunas excepciones. Se impone por tanto demostrar experimentalmente la respuesta de las especies mexicanas a los fertilizantes comerciales actualmente en el mercado.

### Objetivo General

El presente trabajo es el resultado parcial de una Tesis de Maestría del primer autor y tiene el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes fertilizantes comerciales sobre el crecimiento y de dos especies de *Pinus* durante la etapa de vivero y en condiciones de invernadero.

El presente es un reporte de la respuesta de dos especies de pinos piñoneros nativos del norte de México (*Pinus cambroides* Zucc. *Pinus pincaana* Gordon.) a varios fertilizantes comerciales.

### METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. La evaluación se llevó a

cabo en el invernadero y en laboratorio durante tres etapas midiendo el crecimiento y desarrollo de la plántula, por un período que terminó hasta el 15 de septiembre de 1997.

Las semillas se sembraron en charolas en un sustrato formado por turba, vermiculita, perlita y germinaza en proporción 1:1:1:1. La fecha de siembra fue el 5 de Marzo de 1997.

Los tratamientos que se aplicaron fueron tres, usando fertilizantes comerciales denominados como Micromódulos® (T1), Plantex® (T2) y Osmocote® (T3); el primero y el último son de liberación lenta; a estos dos se les agregó fertilizante foliar, cada 15 días durante toda la evaluación.

Se usaron 18 plantas por repetición, con tres repeticiones para cada uno de los tres tratamientos. El diseño experimental fue completamente al azar.

El tratamiento (1) micromódulos de Química Foliar consistió en aplicar un micromódulo, en cada envase a un tercio de profundidad respecto a la profundidad total. Luego se aplicó Grofol L al follaje.

El tratamiento (2) Plantex consistió en aplicar Plantex 11-41-08 4 semanas; 20-08-20 12 Semanas; y 08-20-30 8 semanas.

El tratamiento osmocote + "green top" consistió de aplicación de osmocote 17-07-12 durante la preparación del sustrato y fertilizante foliar "green top" cada quince días, un litro por cada 200 litros de agua.

Se midió el diámetro y la altura finales, así como el peso seco de la parte aérea y la raíz con esos datos se construyó un índice de calidad de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Peso seco total}}{\text{Altura} \times \text{Peso seco del tallo} \times \text{Diámetro} \times \text{Peso seco de la raíz}}$$

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza.

### Resultados:

En la tabla 1 se presenta un resumen de los resultados.

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Peso Seco Tallo (g)
1	b 8.22	b 3.90	c1.36
2	a 7.33	a 5.55	a 3.50
3	a 8.07	a 6.23	b 2.35

Peso Seco Raíz (g)	Peso Seco Total (g)	Índice de Calidad.
A1.46	nd2.83	b1.25
A2.66	nd6.16	a2.71
A2.43	nd4.79	a1.64

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Peso Seco Tallo (g)
1	B6.92	b4.38	b1.42
2	a15.09	a5.96	a4.16
3	a15.02	a6.06	a3.80

Peso Seco Raíz (g)	Peso Seco Total (g)	Índice de Calidad.
a1.39	nd2.82	b1.83
a2.33	nd6.50	a4.59
a1.70	nd5.50	a5.00

Tabla 1. Resultados del ANVA de los datos de las variables altura, diámetro, procesos de raíz, tallo y total, así como índice de calidad. Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

**Discusión:** En cuanto a *P. cambroides*, el tratamiento 2 fue el que produjo el mayor valor de las siguientes variables: peso seco total, peso seco del tallo y raíz; en cuanto al diámetro y la altura, los valores del tratamiento 2 son ligeramente inferiores al tratamiento 3. Se advierte que plantas con mayor peso obtuvieron mayores valores del índice de calidad, pero las plantas con mayor altura y diámetro tuvieron un valor intermedio.

En cuanto a *P. pincaana*, las plantas con mayor peso seco total obtuvieron los mayores valores del índice; también son las de mayor altura y diámetro. (tratamientos 2 y 3).

### CONCLUSIÓN:

Los tratamientos 2 y 3 produjeron plantas más grandes y con mayor peso que el tratamiento 1.

### BIBLIOGRAFÍA:

García González, Santiago 2001. Efecto de tres tratamientos de fertilización sobre tres especies de pino en etapa de vivero bajo condiciones de invernadero. Tesis.UAAAN.Saltillo.

González López Alejandro, 2001. Efecto de tres secuencias. Efecto de tres secuencias de dosis de fertilizante (N,P,K) en plántulas de dos especies de pinos piñonero en condiciones de invernadero. Tesis. UAAAN.Saltillo.

Durán Estrada Lindolfo, 2003. Respuesta a la fertilización de cinco especies de coníferas bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo.

<sup>1</sup> ING. LINDOLFO DURÁN ESTRADA.- Facultad de Ciencias Agronómicas. Cd. Victoria, Tamaulipas.  
<sup>2</sup> DR. MIGUEL ÁNGEL CAPO ARTEAGA.- Departamento Forestal. UAAAN. Saltillo, Coah.  
<sup>3</sup> DR. RICARDO LÓPEZ AGUILÓN.- Facultad de Ciencias Forestales.- Uruapan, N.L.

## SOBREVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE TRES PROCEDENCIAS DE *Pinus cambroides* Zucc. EN EL CAESA, ARTEAGA, COAH.

Paulino Morales López<sup>1</sup>, Eladio H. Conejo Oviedo<sup>2</sup>,  
Salvador Valencia Manzo<sup>2</sup> y Eduardo Aldrete Menchaca

**INTRODUCCIÓN.** El establecimiento de plantaciones requiere plantas de alta calidad genética para asegurar su sobrevivencia y su desarrollo. Por lo que, una fase aplicada del mejoramiento genético forestal consiste en el desarrollo de árboles mejorados (1). Los ensayos de procedencias consisten en la recolección de muchas procedencias para hacerlas crecer dentro de una cierta variedad de localidades experimentales, con el propósito de determinar cual de ellas es la mejor (2). *Pinus cambroides* Zucc. tiene una amplia distribución en el noreste de México y dadas las características topográficas y climáticas de la región, alguna procedencia de la especie puede presentar un grado de adaptación que se refleje en alta sobrevivencia y buen crecimiento. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la sobrevivencia y el crecimiento de tres procedencias dos de Zacatecas y una de Coahuila de *P. cambroides* a nueve años de establecidas en el Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga (CAESA), Arteaga, Coah.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** La plantación se encuentra ubicada a 25° 23' N y 100° 36' O, a 2,280 msnm en el CAESA, Arteaga, Coah.; los suelos son de tipo leozem calcáreos de textura fina; la temperatura media del sitio es 13.6°C y la precipitación promedio anual de 521.2 mm; el clima es templado, con verano fresco y largo. La plantación se estableció en junio de 1992, usando un diseño de bloques completos al azar, con tres procedencias (Cuadro 1), cuatro bloques y 48 plantas como unidad experimental con un espaciamiento de 1.8 m.

**Cuadro 1.** Localización geográfica, altitud, precipitación y temperatura de las procedencias de *Pinus cambroides* Zucc. en el CAESA, Arteaga, Coah.

Procedencias (nombres)	Localización Norte	Oeste	Altitud (m)	Pp (mm)	T (°C)
Mazapil, Zac.	24°35'	101°27'	2680	476	16.3
Concepción del Oro, Zac.	24°35'	101°11'	1690	476	16.3
Saltillo, Coah.	25°30'	101°10'	2360	370	18.8

En mayo de 2002 se realizó la evaluación de la sobrevivencia, de la altura inicial (AI), del incremento corriente anual en altura (ICAA) y de la altura final (AF); además del diámetro basal inicial (DBI), del incremento corriente anual en diámetro basal (ICADB) y del diámetro basal (DBF). La sobrevivencia (%) se transformó a valores angulares mediante el arco seno de la raíz cuadrada y los valores de altura y de diámetro basal se transformaron con la raíz cuadrada. Se usó PROC MIXED de SAS para el análisis estadístico, usando una comparación de medias ajustadas con la prueba de t-Student.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** La sobrevivencia promedio fue de 82% encontrándose diferencias significativas ( $p=0.0138$ ) entre las procedencias. La procedencia de Concepción del Oro tuvo una sobrevivencia, significativamente diferente, ( $p=0.0048$ )

a la de Saltillo. Y a la vez, las procedencias de Concepción del Oro y de Saltillo presentaron la sobrevivencia más alta y baja respectivamente, en tanto que de la de Mazapil presentó una sobrevivencia intermedia. La sobrevivencia se considera buena, dadas las condiciones del sitio donde se estableció la plantación, tales como exposición Sur y que se presentaran años con baja precipitación. En condiciones de mayor aridez la especie presentó también una alta sobrevivencia (93.3%) (3).

Se encontró diferencias altamente significativas ( $p=0.0001$ ) en AI (Cuadro 2). La procedencia de Concepción del Oro, fue significativamente ( $p=0.0001$ ) más alta en altura que las otras dos. En el ICAA se

encontraron diferencias significativas ( $p=0.0110$ ). La procedencia de Mazapil fue la que significativamente presentó mayor ICAA, con respecto a la procedencia de Concepción del Oro y la procedencia de Saltillo fue igual a ambas. En AF se encontraron diferencias significativas. La procedencia de Mazapil presentó la mayor altura final, mientras que la procedencia de Concepción del Oro presentó una altura final igual a las dos.

**Cuadro 2.** Altura inicial, incremento corriente anual en altura y altura total de las tres procedencias de *Pinus cambroides* Zucc., en el CAESA, Arteaga, Coah.

Procedencias	AI (cm)	ICAA (cm)	AF (cm)
Mazapil	18.63 b	11.07 a	116.77 a
Concepción	35.54 a	7.83 b	105.14 a b
Saltillo	18.67 b	9.10 a b	100.72 b

Valores medios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

En una plantación de cinco especies de *Pinus* en Buenavista, Saltillo, Coah. *P. cambroides* presentó el mayor incremento absoluto con respecto a la demás (4).

En el DBI se encontraron diferencias altamente significativas ( $p=0.0002$ ) (Cuadro 3). La procedencia de Concepción del Oro fue, significativamente, mayor a las otras dos procedencias. En el ICADB se encontraron diferencias significativas entre las procedencias, la procedencia de Mazapil presentó significativamente ( $p=0.0376$ ) mayor incremento. Y en el DBF se encontraron diferencias significativas ( $p=0.0330$ ) entre las tres procedencias, la procedencia de Mazapil fue superior a la de Saltillo.

**Cuadro 3.** Diámetro basal inicial, incremento corriente anual en diámetro basal y diámetro basal final de las tres procedencias de *Pinus cambroides* Zucc., en el CAESA, Arteaga, Coah.

Procedencias	DBI (cm)	ICADB (cm)	DBF (cm)
Mazapil	0.48 b	0.40 a	4.05 a
Concepción	0.66 a	0.35 b	3.78 a b
Saltillo	0.44 b	0.35 b	3.56 b

Valores medios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

**CONCLUSIÓN.** Las procedencias de *P. cambroides* presentan una buena sobrevivencia y crecimiento después de nueve años de establecidas. Con respecto al ICA tanto en altura y diámetro basal como en la altura y diámetro basal final, destacando la procedencia de Mazapil.

## LITERATURA CITADA

- (1) Zobel, B. y J. Talbot. 1994. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa, México, 545 p.
- (2) Daniel, T.W., J.A. Heims y F.S. Backer. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill, México, 492 p.
- (3) Torres E., L.M., A. Carró P., E. Alcorta M. 1991. Mem. IV Simp. Nal. Sobre Pinos Pfloneros. UAT, CONACYT y UANL, pp: 37-42.
- (4) Rodríguez S., R. y E. Achno m. 1989. Mem. II Simp. Nal. Sobre Pinos Pfloneros. Saltillo, Coahuila. UAAAH, pp: 30-34.

<sup>1</sup>Instituto Forestal, Ecología, Campeche, C.P. 24150, Tel.: 01(984) 324-87-39. Correo electrónico: paulino\_morales@fiamat.com  
<sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento Forestal, Buenavista, Saltillo, Coah. C.P. 25016, Tel. y Fax: 01 (844) 411-02-95 y 411-02-11. Correo electrónico: cor15@prodigy.net.mx, svalencia@faro.uanl.mx



VIABILIDAD DE SEMILLAS DEL CIPRÉS *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica* EN BOSQUES DE LA REGIÓN ALTOS DE CHIAPAS, BIOL. Crisóforo Zamora Serrano<sup>1</sup>, M. C. Efraín Velasco Bautista<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
 Campo Experimental Rancho Nuevo, Encino no. 16 San Cristóbal de las Casas, Chiapas.  
<sup>2</sup>CENCO-COEMF Progreso no. 5 Coyoacán México D.F.  
 E-mail: balcanoforo@fornia.com.mx velasco@inifoc@afccorvccz.mx

**Introducción.**- Las poblaciones naturales de Ciprés en la Región Altos ocupan superficies reducidas, en áreas fragmentadas originadas por cambios de uso de suelo, tala ilegal e incendios. Así también la especie manifiesta en su producción de semillas; un alto índice de semillas vanas y baja germinación.

Estas dificultades contribuyen a que actualmente la Norma Oficial Mexicana (1994), la clasifique como especie sujeta a protección especial.

Por lo cual resulta de primordial importancia realizar investigaciones que generen información sobre las características físicas, biológicas y viabilidad de las semillas de *Cupressus lusitánica* var. *lusitánica*, que coadyuvan a su manejo y conservación.

**Antecedentes.**- La caracterización de semillas del Ciprés ha sido poco abordada, entre los estudios se tienen los siguientes: Sánchez *et al* (1984) para *C. arborescens* en laboratorio; reporta 89.7 % de semilla viable; un promedio de 13.75 % de semillas viables por kg y germinación de 11.25 %. Para vivero, en *C. arborescens* (Carpinteyro, 1994) reporta germinación entre 46 a 65 %, y (Mendoza, *et al* 1994) 32 a 53 %. Mendoza (op.cit.) para *C. guatemalensis* determinó porcentajes de 13 a 34 % y Pedraza (1996) reporta 68 % de germinación en *Cupressus benthamii*.

**Objetivos.**- Determinar en laboratorio y vivero, características físicas, biológicas y la viabilidad de semillas de cuatro localidades naturales de Ciprés.

**Materiales y métodos.**- Las áreas de colecta de semilla, se ubicaron en la Región Altos de Chiapas; entre las coordenadas 16°26'13" y 16°38'18" LN, y los 92°09'19" y 92°22'20" LW, en los municipios de San Cristóbal (Ejidos de Fray Bartolomé y Yasthirin), Huixtán (Uajam Yalcuc) y las Margaritas (ejido Hidalgo), entre los 2,300 a 2,500 msnm.

-En estas 4 localidades se seleccionaron 60 árboles al azar; 15 por cada población para la recolección de muestras de frutos y semillas.

-En cada árbol se tomaron 3 muestras de ramillas con conos maduros y cerrados. Los conos fueron cosechados de las ramas y se tomaron al azar 30 conos por cada árbol, se secaron al sol en bolsas de papel para extraer las semillas. Del total de semillas extraídas por cada árbol, se tomó una muestra de 30 para determinar su variación en la longitud y el ancho; utilizando un vernier con aproximación de décimas de mm.

-Para el análisis se utilizó el paquete estadístico SAS considerando un muestreo de poblaciones normales utilizando un diseño experimental anidado de dos etapas. La interpretación de los resultados se enfocó a las diferencias significativas entre procedencias. Se realizó la comparación de medias (Prueba de Tukey).

-Para el análisis de semillas (pureza, número de semillas por kg, viabilidad) se siguió la metodología del (ISTA, 1984).

**Resultados y discusión**

**1. Análisis de semillas**

**Pureza.**- se obtuvo un promedio en las cuatro localidades de 93.18%, (Sánchez, *et al* 1984) determina resultados similares (95 %) para *Cupressus arborescens* el Estado de México.

**Peso de semillas.** Los resultados para esta característica se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Resultados para peso de semillas

Localidad	Porcentaje de semillas viables	Peso en gramos
Fr. Bartolomé	100	2.07
Yasthirin	100	2.21
Uajam Yalcuc	100	2.22
Hidalgo	100	2.22
Promedio	100	2.20

De acuerdo a lo anterior, el promedio de semillas/kg fue de 265,877; con máximo de 359,702 y mínimo de 187,286. Estos resultados son mayores a los reportados para *Cupressus lusitánica* por (Chávez *et al* 1991) que informan de 200,000 a 220,000; (Schopmeyer, 1974) que reporta 281,800 y Patiño (1983) que menciona 253,755. Para *C. arborescens* (Sánchez *et al* 1984 y Vásquez *et al* 1991) reportan 250,000 y de 170,000 a 320,000 respectivamente.

**Semillas llenas.**-Según el análisis radiográfico, el promedio de semillas llenas fue de 7.63 %. Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Resultados de semillas llenas (Análisis radiográfico)

Localidad	semillas vanas y dañadas	semillas llenas
Fr. Bartolomé	92	8
Yasthirin	93	7
Uajam	96	4
Hidalgo	91	9
Fr. Bartolomé	184.75	15.25
Promedio	92.75	7.25

Los resultados obtenidos son menores a los citados por Sánchez *et al* (1984), que menciona 11.30 % de semillas llenas para *C. arborescens*.

**Germinación.**-En laboratorio se obtuvo un promedio de 12.31 % y para vivero 9.88 %. Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Resultados de germinación

Localidad	CASIFICACIÓN	% de germinación en laboratorio	% de germinación en vivero
Fr. Bartolomé	11.00	12.50	9.50
Yasthirin	14.75	11.50	9.50
Uajam	6.25	6.50	9.50
Hidalgo	12.50	12.50	9.50
Promedio	12.31	12.31	9.88

Para germinación en laboratorio el porcentaje es similar al obtenido para *C. arborescens* por (Sánchez *et al*, 1984), que cita 11.25 % y menores a (Montero *et al* 1983) que informa de 20 % para *C. lusitánica* (Pedraza, 1996) reporta 68 % para *C. benthamii*.

Para germinación en vivero de *C. lusitánica* (Chávez *et al* 1991) cita resultados similares del 2 al 20 %. (Carpinteyro, 1994 y Mendoza, 1994) para *C. arborescens* informan de 45 a 65 % y 53 % respectivamente.

**Viabilidad.**-Con la prueba de tetrazolol se obtuvo una viabilidad de 7.5 %. Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Resultados de la prueba con tetrazolol

Localidad	Viabilidad %
Fr. Bartolomé	6.95
Yasthirin	7.25
Hidalgo	7.45
Fr. Bartolomé	6.50
Promedio	7.00

Sánchez *et al* (1984), reporta una viabilidad mayor 13.75 % para semillas de *Cupressus arborescens*.

**2. Variación de semillas.**- los valores del análisis de varianzas y prueba de Tukey se muestran en los cuadros 5, 6 y 7.

**Cuadro 5.** Análisis de varianzas para largo de semilla C.V. 14.28

TRATAMIENTO	MS	DF	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	F <sub>0.001</sub>
PROVENIENCIA	18.91	3	3.28	3.10	6.59	10.91
REPLICACIONES	0.01	36	0.02	0.02	0.02	0.02
Error	5.76	108				

**Cuadro 6.** Análisis de varianzas para ancho de semilla C.V. 22.3

TRATAMIENTO	MS	DF	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	F <sub>0.001</sub>
PROVENIENCIA	0.01	3	0.02	0.02	0.02	0.02
REPLICACIONES	0.01	36	0.02	0.02	0.02	0.02
Error	0.11	108				

**Cuadro 7.** Valores promedio por localidad (comparación de medias de Tukey) para largo y ancho de semillas

Variable	Fr. Bartolomé	Yasthirin	Uajam	Hidalgo	Promedio
Largo	1.32	1.33	1.31	1.32	1.32
Ancho	1.32	1.33	1.31	1.32	1.32

X = promedio G = grupo LS = Largo de semillas; AS = Ancho de semillas.

-Los valores para largo de semilla (3.13 mm) son similares a lo reportado por (Martínez, 1963; Chávez *et al* 1991; Zamudio *et al* 1994) que mencionan 3 a 4 mm. Para ancho (1.50 mm) son similares a (Martínez, 1963) 1.3 -2mm; mayores que los obtenidos por (Chávez *et al* 1991) 1 mm y menor a (Zamudio *et al* 1994) 2-3 mm.

-La prueba de medias para largo y ancho muestra gran heterogeneidad por la formación de grupos en la mayoría de sus características. -Los coeficientes de variación fueron 14 % y 22 % para largo y ancho de semilla.

**Conclusiones.**

- Los cuatro métodos empleados revelaron la existencia de una baja viabilidad de las semillas.

- Para las semillas se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre procedencias y árboles dentro de la procedencia. - La especie posee una amplia variación que se demuestra por la formación de grupos en la mayoría de sus características, que no presentaron gradientes definidos; indicando discontinuidad entre estos.

**Bibliografía selecta**

-Carpinteyro, J. R. 1994. Influencia del sombreado en la germinación de *C. arborescens*. Tesis Lic. UACH.  
 -Chávez, E. y W. Fonseca. 1991. Ciprés. Guía de silvicultura CATIE, Costa Rica 65 p.  
 -Mendoza, A. M. 1994. Técnicas de producción de planta para *C. arborescens*. Tesis Lic. UACH. 169p.  
 -Martínez M. 1963. Las Pináceas Mexicanas UNAM. México pp 219-268  
 -Sánchez, B.J. *et al* 1984. Técnicas de producción en vivero para *C. arborescens*. Tesis Lic. UACH. 95 p.  
 -Zamudio, S. y E. Camarza. 1994. Flora del Bajo. Familia Cupressaceae Fasc. 29. Instituto de Ecología A.C. Pátzcuaro, México

Ana Rosa Román Jiménez, Martín Alfonso Mendoza Zavala, Alejandro Vallejos Martínez, Mario Roberto Martínez Méndez, Juan Manuel Torres Pico y Hugo Ramírez Medinao.

**INTRODUCCIÓN.** A pesar de que en la actualidad el tema del agua es ya un programa de gobierno, existe una contradicción entre la noción ciudadana generalizada que considera al agua como un recurso valioso y las irregularidades en su legislación y manejo. Las inconsistencias legales en materia de agua se derivan de vacíos en asuntos de propiedad y competencia entre usos. El problema más evidente es que el agua es un bien sin mercado definido. Existen una oferta y demandas de facto que al no ser cuantificadas apropiadamente no pueden capitalizarse en términos de costos y beneficios económicos eficientes y equitativos. En la búsqueda de criterios más racionales para la oferta y demanda de agua, se propone un modelo conceptual de valor en el que se destacan algunas claves y modificadores de los procesos de manejo del agua, que escapan a la lógica tradicional de la toma de decisiones. Para ilustrarlo se presenta un caso demostrativo, a partir del cual se derivan generalidades sobre la viabilidad económica del recurso agua. El caso elegido es la cuenca del Río La Antigua, sus principales poblados son Coatepec, Xico, Tecoelo, Tuzámpan, Jakomulco y La Antigua (Arriaga et al., 1998). Además, la ciudad de Xalapa, capital del estado de Veracruz, se abastece del agua de tres corrientes de la parte alta del Cofre de Perote, con cuatro acueductos construidos para la ciudad. Este núcleo poblacional agrupa a 690,000 habitantes y consume actualmente 32'297,258 m<sup>3</sup> de agua al año (CMAS-Xalapa, 2000).

**MÉTODOS.** A través de investigación bibliográfica y técnicas de encuesta directa e indirecta, se realizó una caracterización de los usos del agua, y los intereses y presiones sobre su manejo en diferentes localidades de la cuenca de La Antigua, Veracruz. En forma paralela, se ubicaron sitios y se analizó la condición ecológica y humana asociada a los

usos del agua. Para relacionar este diagnóstico con el manejo actual del agua en la cuenca, se realizaron visitas a las instancias responsables del manejo y se identificaron los asuntos legales existentes en materia de regulación del consumo de agua. La información se integró en un modelo preliminar para el análisis y valoración del recurso agua en la cuenca de La Antigua.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** A partir de la información recopilada en distintas localidades de la cuenca y del análisis de los distintos usos derivados del manejo del agua se identifica a ésta como un recurso múltiple que es en realidad un conjunto de opciones de uso, los cuales a su vez son productos y servicios. Es decir, el agua es un recurso natural, pero son las personas las que definen lo que es importante y la magnitud de esa importancia para los distintos productos y servicios del recurso agua. La noción de valor es el unificador de los distintos enfoques mencionados. El valor es una medida de la importancia relativa que la sociedad otorga a un satisfactor (Boulding y Lundsiedt, 1988) y puede funcionar como un indicador elemental y como un criterio de bienestar social en las decisiones sobre el manejo de las tierras. El agua es todavía un bien sin mercado. Sólo el agua de uso urbano tiene un esquema incipiente de comercialización, cuya regulación se limita a definir el costo final a los usuarios, sin considerar que el precio del agua, como el de cualquier otro producto, debe depender de los insumos y procedimientos en los que se invierte para su obtención; y no solo de los subsidios y los gastos de infraestructura de los gobiernos y las instituciones encargadas su administración. Descripción del modelo en la cuenca de La Antigua. El modelo considera los flujos hidráulicos en la cuenca (Figura 1) y se propone que el valor económico del agua es la suma de beneficios netos asociados a cada uso y servicio hidráulico, que ocurren a cada individuo como usuario, productor o parte de la sociedad. Por supuesto este valor no se limita a la cuota por derecho de uso del agua urbana y agropecuaria, y debe entenderse que, en forma ideal, este ingreso debería cubrir los gastos de captación, distribución y uso. El valor total en cambio, debe agregar los gastos extraordinarios que se realizan para cubrir situaciones de emergencia. El agua es por ley un bien público, por lo tanto

su valor debe ser un consenso. No es posible separar al agua de los otros recursos que las cuencas suministran. El agua es otra alternativa de producción del bosque: un conjunto de productos adicionales a la madera, al aprovechamiento de no maderables, a los beneficios estéticos o servicios faunísticos que los bosques prestan. Por esto se propone que

en las actuales condiciones nacionales, con la información disponible, y las evidencias de uso a nuestra disposición, el criterio de valor buscado para el agua debe ser económico, porque es el lado mercantil el único con fundamentos técnicos y



Figura 1. Modelo conceptual de los principales destinos del recurso agua en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz, y estimación volumétrica anual basada en estadísticas oficiales disponibles (JMTA, 1999; CMAS-Xalapa, 2000). Los conceptos y volúmenes en negritas son los únicos que cuentan con un indicador de valor económico.

un marco legislativo e institucional, que mantenga las principales directrices y liderazgo en materia hidráulica. Además, en el entorno de las concesiones existentes, el modelo más adecuado es el equivalente al de una empresa privada que produce un bien o un conjunto de ellos, a partir de un conjunto de insumos, representados por la cuenca y su manejo. Sin embargo, en el estado actual del manejo del agua, el modelo es genérico y oscuro porque existen características y procesos que aún no tienen parámetros o estimadores concretos. Por eso el agua es un producto comercial viable sólo en forma marginal, pues el pago directo de cuotas de agua es insuficiente para cubrir los costos de producción y distribución. La repartición de los costos y beneficios entre los distintos grupos sociales involucrados (productores, consumidores, Estado) es irregular, lo que hace que ningún grupo reciba el justo valor que le corresponde, ni asuma los costos reales del manejo. En el caso de estudio se obtuvo evidencia preliminar de que las opciones del manejo de la tierra existentes en la cuenca de La Antigua son actividades marginales en cuanto a costo-efectividad social en el manejo del agua. Las actividades más rentables son la ganadería y la agricultura y ambas contribuyen negativamente al valor económico del agua. El manejo forestal, en cambio, tiene mayores posibilidades de aportar valor al recurso y a sus prácticas de manejo. Esto es porque los casos del agua como

generador de energía eléctrica, el descenso deportivo del Río de Los Pescados y los valores escénicos asociados, dependen directamente de la estructura de la cuenca alta, es decir, dependen del bosque manejado; representado en la cuenca en particular por el Ejido "Rosario Xico", cuya producción en volumen conjunta con la de otros dos ejidos forestales fue de 25,213 m<sup>3</sup> r.t.a. (rollo total árbol) en el período 1992-1996 (Álvarez, inédito). Otros predios forestales de la cuenca alta no tienen programas de aprovechamiento formales, además de estar sujetos a aprovechamientos clandestinos, fuego y otros agentes destructivos.

**CONCLUSIONES.** Como resultado del análisis se propone que el manejo del agua en la cuenca del Río La Antigua, Veracruz, es representable en un modelo económico de producción dentro de un contexto privado y comercial. Se enfatiza que la mayoría de los procesos y sus relaciones no están debidamente caracterizados y son por tanto oscuros, en términos del modelo posible que es un caso particular de uso múltiple. Es necesario generar valores para las claves y los procesos, sobre todo aquellos que residen en la cuenca alta, donde coexisten el bosque manejado y los usos agropecuarios. El manejo del agua es sólo una más de las posibilidades del manejo de tierras que las personas pueden elegir de acuerdo con sus intereses.

\*TRENAT, Colegio de Postgraduados, anton@colpos.mx, y agueda@colpos.mx  
Cerro de Xalapa, DF. rramirez@colpos.mx

CMAS-CP, Colegio de Postgraduados, rramirez@colpos.mx  
CITE, Seminario de Investigación y Docencia  
INPAF, Dr. David Peralta, Coyacacán, DF. (55)5550-0140

#### LITERATURA CITADA.

- Álvarez O., L.R. inédito. "Turnos para las principales especies de coníferas en el Cofre de Perote, Veracruz, México". Preliminar de tesis de maestría en ciencias, Universidad Veracruzana, 99 p.
- Arriaga C., L.; V. Aguilar S.; J. Alcocer D.; R. Jiménez R.; E. Muñoz L.; y E. Vázquez D. (Coords.) 1998. Regiones hidrológicas prioritarias: CONABIO, México, DF. pp.91-101.
- Boulding, K.E. and S.B. Lundstedt. 1989. Value concepts and justifications. In: Peterson, G.L. et al. 1988. *Amerity resource valuation: Integrating economics with other disciplines*. Venture Publishing, Inc. State College, PA. pp: 13-22.
- CMAS-Xalapa. 2000. Archivos de afloras, 1990-2000. Gerencia Técnica, CMAS, Xalapa, Veracruz.
- IMTA. 1999. Bases de datos de estaciones hidrométricas y climatológicas, CNA, México, DF.

#### EL MANEJO DEL AGUA: UNA CUESTIÓN DE PROPIEDAD

Ana Rita Román Jiménez, Marín Alfonso Mendoza Blasco, Juan Manuel Torres Rob, Mario Roberto Martínez Méndez, Alejandro Velázquez Martínez<sup>1</sup> y Hugo Ramírez Maldonado

**INTRODUCCIÓN.** En la actualidad el tema del agua es de capital importancia; en México se ha declarado como programa de gobierno, una cruzada por el bosque y el agua, calificada como un problema de seguridad nacional (Aguilar, 2001). Al respecto, las gerencias regionales de la CONAGUA invierten parte de su presupuesto anual en el mantenimiento de la infraestructura y en el seguimiento de los niveles de aforo de las estaciones hidrométricas de las cuencas del país. A pesar de ello, el 40% del escurrimiento superficial, derivado por estructuras de conducción a la red de distribución de agua para usos consuntivos se pierde en fugas de todo tipo (Aldana, 2001). Es evidente una contradicción entre el sentir general (que considera al recurso agua como valioso) y los hechos relacionados con su manejo, en los cuales prevalecen el despido, el descuido y la regulación inadecuada. Por lo anterior, es necesario revisar los principales asuntos y condiciones relativas al uso y manejo del recurso agua con el propósito de diagnosticar a nivel local la relación entre el uso de los recursos naturales y el manejo actual del agua, en busca de criterios de racionalidad.

**MÉTODOS.** A través de investigación bibliográfica y técnicas de encuesta directa e indirecta, se realizó una caracterización de los usos del agua, y los intereses y presiones sobre su manejo en diferentes localidades de la cuenca de La Antigua, Veracruz. En forma paralela, se ubicaron sitios y se analizó la condición ecológica y humana asociada a los usos del agua. Para relacionar este diagnóstico con el manejo actual del agua en la cuenca, se realizaron visitas a las instancias responsables del manejo y se identificaron los asuntos legales existentes en materia de regulación del consumo de agua.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** La comparación entre las condiciones existentes en los usos y manejo del agua; y los casos cubiertos en la legislación y normatividad hizo evidente que existe una carencia generalizada de información en materia de agua, desde los aspectos hidráulicos (volumetría, calidad del agua, afloras en corrientes residuales, etc.) hasta los relacionados con su consumo diferencial (quién, cómo, y cuándo se usa el agua). Los vacíos y contradicciones existentes llevaron a proponer un perfil de caracterización más fino, que, aunque evidente, no tiene eco en las decisiones actuales sobre manejo del agua. El agua es energía. Desde los partaguas hasta las desembocaduras, el agua está en movimiento y esto implica al menos dos cosas: que puede efectuar transporte y que puede transformarse en otro tipo de energía, por ejemplo, la eléctrica. Este segundo uso, está bien documentado. Sin embargo, el primer caso, tiene que ver con usos turísticos y recreativos, como el descenso de ríos o los valores estéticos de las caldas; además de involucrar riesgos como el transporte de sedimentos en grandes cantidades o lamas. Estas posibilidades tienen un mercado y costos marginales asociados en términos de la conservación del potencial mecánico del agua; sin embargo, aún no es posible asignar un valor económico adecuado a estos usos. El agua es riesgo. Según datos de la CONAGUA, entre el 40 y el 50% del escurrimiento superficial en una cuenca se usa en agricultura. En estructuras de captación y distribución, grandes volúmenes de agua se llevan hasta los campos de cultivo, sin que haya registros volumétricos de su consumo y desplazamiento, por lo que no existen tarifas adecuadas por uso de agua limpia o por desechar en forma apropiada los residuos transportados en su paso por las parcelas (CONAGUA, 2001). Usos consuntivos y desechos. Al margen de la naturaleza del recurso, las comisiones municipales de uso y distribución del agua sólo contemplan en sus tarifas al público, los costos de la captación y distribución de los volúmenes de agua; además de solo verificar a través de un control de sedimentos y la norma sobre contenido de cloro y sales, la calidad del agua que un usuario recibe. El diseño del drenaje de los volúmenes utilizados es incompleto pues no hay división de desechos por tipos de uso. Esto significa que, independientemente de si el uso del agua fue

<sup>1</sup>TRENAT, Colegio de Postgraduados, arriac@pos@yahoo.com y arriac@pos.mx  
<sup>2</sup>Campus Veracruz, CR, marimendoza@yahoo.com  
<sup>3</sup>CDC, juanmanuelroman@inredesur.cide.edu  
<sup>4</sup>SBACOP, Colegio de Postgraduados, mmarin@pos.mx  
SINAPAP, IV, Ger. Forestal, Coyahacán, DF. (55)5553-0193

doméstico, comercial o industrial, la cuota fija por drenaje es el 40% del costo volumétrico del agua (CMAS-Xalapa, 2000). Lo importante aquí es que el agua desechada transporta sedimentos que se depositarán aguas abajo. La naturaleza y efectos de estos sedimentos convierten en asuntos claves las cuotas para desechos agrícolas e industriales y la instalación de plantas tratadoras de aguas residuales, cuyos costos deberían incidir en el mercado del agua. El agua se bebe. Otra verdad evidente que debe analizarse porque en las condiciones actuales de México, el agua de la red de distribución de agua potable no puede beberse. Existe así una industria de producción y comercio de agua embotellada que consume 1.2 billones de L. de agua (1200 millones de m<sup>3</sup>) y recibe ganancias por 825 millones de pesos al año (Milenio Semanal, 2001). El costo actual que pagan las empresas por el agua que consumen es mínimo en relación con sus utilidades; el mayor porcentaje de su inversión tiene que ver con empaque, publicidad y distribución de sus productos. El agua como riesgo. Todo exceso es perjudicial. El agua es un peligro cuando abunda y cuando escasea. El exceso de agua cause inundaciones, mientras el déficit provoca sequía; ambos casos provocan pérdidas económicas muy importantes, además de su costo en vidas humanas: no sólo por decesos, sino porque este tipo de desastres es una de las múltiples causas de migración masiva desde las zonas rurales. De todo lo anterior se deduce que el agua es un recurso y un servicio múltiple, relativamente confinado local o geográficamente, de uso privado (realizado por particulares o por grupos de éstos), pero, cuyos beneficios son tanto privados como públicos. Por lo tanto, el hecho crucial es la propiedad del agua, su definición clara permitiría capitalizar y distribuir en forma apropiada los costos y beneficios de su manejo. **PROPIEDAD, DERECHOS Y OBLIGACIONES EN MATERIA DE AGUA.** La Ley de Aguas Nacionales (CNA, 2000) consigna que las aguas son propiedad de la Nación y que su objetivo es regular el uso, la distribución, el control, y la preservación en cantidad y calidad de las aguas (Título 1º, Art. 1º) La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes corresponden al poder Ejecutivo, quien la ejerce directamente o a través de la CONAGUA (Título 2º, Art. 4º). Esta Comisión tiene por Ley, la facultad de otorgar concesiones a personas físicas o morales para el uso del agua, una vez que ésta ha sido confinada en las

estructuras de cabecera. Estos derechos operan a través de títulos de concesión, que garantizan y sancionan derechos sobre el recurso durante plazos de cinco a cincuenta años (Título 4º, Art. 20 - 27º). Los usuarios rurales del agua pagan, por tanto, una cuota fija de consumo a las organizaciones tenedoras de concesiones. Los municipios y ciudades, están exentos de esta obligación, aun cuando deriven su abasto de agua de las mismas estructuras de captación concesionadas. Pero pueden cobrar cuotas de agua a los usuarios domésticos, de servicios e industriales que consumen del caudal que estos organismos públicos controlan. Además son libres la explotación, el uso y el aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales por medios manuales para fines domésticos y de abrevadero, siempre que no se desvíen de su cauce ni se produzca una alteración en su calidad o una disminución significativa en su caudal; el agua del subsuelo y el agua marina (Título 4º, Art. 17º y 18º). Tampoco pagan derechos las aguas que broten en el laboreo de las minas o que provengan del desagüe de éstas salvo que se utilicen en forma industrial o en servicios (Inciso 3º). La excepción al libre uso se consigna en el Artículo 38º de la misma Ley, que establece que el Ejecutivo reclamará, por motivos de interés público, el control de la extracción y utilización de las aguas del subsuelo, en los casos de sobreexplotación, restauración ecológica, preservación de fuentes de agua potable o por sequía extraordinaria, a través de decretos de veda, limitación o expropiación (Título 5º, Art. 36º). Al analizar las inconsistencias anteriores es evidente que no existe una relación de bien común en tanto propiedad común del recurso agua. Es decir, aunque la Ley consigne que las aguas son propiedad de la Nación, no es la Nación, no somos todos quienes nos beneficiamos o asumimos los costos del recurso agua. Los subsidios a particulares, sea en forma de contribución gubernamental, o como exención de cuotas es causa de desigualdad financiera en torno al recurso. Al no existir un mercado definido, en todos sus componentes y procesos no se expresan ni el verdadero valor del agua, ni su propiedad ideal.

**CONCLUSIONES.** En la actualidad a pesar de lo consignado en las leyes federales el agua es un bien privado, cuyo uso puede representarse a través de un modelo de empresa. Las dificultades e irregularidades que ofrece este producto comercial no invalidan el carácter

empresarial de su producción y distribución, sino que conforman mercados irregulares que demandan intervención del Estado para acercar el funcionamiento de ellos al punto de eficiencia social. En este proceso es esencial la caracterización adecuada del producto y los diferenciales en sus ofertas y demandas.

#### LITERATURA CITADA.

- Aguilar Z., A. 2001. El agua, asunto de seguridad nacional. Entrevista a Adolfo Aguilar Zinser. Nota de Juan A. Zúñiga M. La Jornada. Domingo 22 de julio de 2001. pp: 10.
- Aldana, A. 2001. Entrevista al Dr. Alvaro Aldana, director general del IMTA en el Foro "El agua: drama de hoy, pesadilla de mañana". Nota de María Rivera. La Jornada. Domingo 10 de junio de 2001. pp:14.
- CMAS-Xalapa. 2000. Presupuestos para el uso y mantenimiento de la red de distribución de agua para la ciudad. Comisión Municipal de Agua y Saneamiento. Xalapa, Veracruz.
- CNA. 2000. Ley de Aguas Nacionales (1992) y su Reglamento (1994). Comisión Nacional del Agua. México, DF. 169 p.
- Milenio Semanal. 2001. Agua embotellada, negocio millonario. Suplemento Milenio Semanal No. 197. Lunes 25 de junio del 2001.

Concepción Figueras-Navarro, Gregorio Angeles-Pérez, Alejandro Velázquez-Martínez  
Programa Forestal, Colegio de Postgraduados  
(conniefn@colpos.mx, gangeles@colpos.mx, aleivela@colpos.mx)

#### INTRODUCCIÓN

Uno de los mecanismos reconocidos para contrarrestar las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, es la incorporación de C inorgánico en componentes estructurales de la vegetación a través de la fotosíntesis.

Las interacciones con el ambiente permiten que el carbono depositado en el árbol pueda ser estimado con precisión por medio de modelos empíricos (Dixon et al., 1994; Maserá, 1996). Dentro de estos el crecimiento en diámetro provee un indicador de la biomasa acumulada y una base para interpretar el aporte de carbono desde varias partes del árbol. Por lo que estas correlaciones se pueden aplicar para calcular el balance total de carbono del árbol (Waring and Schlesinger, 1985). Sin embargo, actualmente existe poca información a cerca de la influencia de la aplicación cortas tendientes a la generación de bosques costáneos, sobre los reservorios de carbono, tanto en la parte aérea como en la parte subterránea.

A partir de 1982, los bosques de *Pinus patula* de la región de Zacualtípán, Hidalgo, han sido manejados empleando el Método de Desarrollo Silvícola a través de cortas de regeneración de Árboles Padres. Se han realizado cortas anuales lo que permite establecer una cronosecuencia para determinar la acumulación de carbono en las partes estructurales de árboles en rodales en diferente grado de desarrollo.

Por tanto, en el presente trabajo se planteó el siguiente:

#### OBJETIVO

Determinar la biomasa y el contenido de carbono en rodales manejados de *Pinus patula*, a lo largo de una cronosecuencia de 20 años en Zacualtípán, Hidalgo.

#### MATERIALES Y METODOS

Se realizó un inventario en todos los rodales de diferente edad presentes en la cronosecuencia, utilizando sitios de 1000 m<sup>2</sup>.

Con los datos de diámetro normal con corteza, se estimó la biomasa individual y por rodal (ha<sup>-1</sup>) mediante la utilización de la siguiente ecuación de biomasa generada para la especie por Castellanos et al (1997).

$$Y = \text{Exp}(-1.621 + 2.2767 \ln(dn)) \quad (r=0.99)$$

Donde:

Y – Biomasa en kg

dn – diámetro normal (1.3 m sobre el nivel del suelo).

Con los datos de biomasa se estimó el contenido de carbono por hectárea utilizando un factor de 0.5 (Gutiérrez y Lopera 2001).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ecuaciones alométricas para la obtención de biomasa propuestas por Castellanos et al. (1997) se ajustaron a los datos obtenidos en campo.

La Figura 1 muestra la acumulación de carbono a lo largo de los 18 años comenzando la secuencia con el año 1 después de aplicación de la corta de regeneración que corresponde al 2001 hasta el año 18 después del tratamiento en 1982.

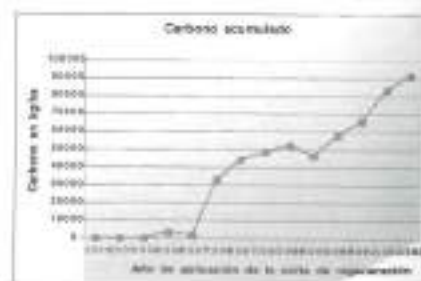


Figura 1. Acumulación de carbono a través de 18 años de manejo de los bosques de *Pinus patula*.

La acumulación de carbono más alta se encuentra en el rodal de 1982 con 91,750 kg C; mientras que la más baja se reportan en el rodal de 2001 con 3.7 kg C.

Comparando los datos de la curva de acumulación con los que reportan Ordóñez et al. (2001) para la biomasa aérea de un bosque templado de *Pinus pseudostrobus* de 80 años (74,000 kg C/ha) encontramos que el bosque de *Pinus patula* presenta una acumulación 19% mayor lo que evidencia la alta productividad de la especie en la zona. Estos autores de igual manera reportan que para el bosque de *Pinus pseudostrobus* la curva de acumulación de carbono se estabiliza a los 50 años, a partir de entonces la acumulación se vuelve constante y cíclica cuando se realiza el aprovechamiento de la especie. En los bosques de *Pinus patula* de la región de Zacualtípán, se esperaría que siguiendo el comportamiento de la curva, la tasa máxima de acumulación se de a una edad más temprana permitiendo acortar el turno de aprovechamiento.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Fundación Hidalgo Produce A.C.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos et al. 1997. *Agrociencia* 30(1):123-127.
- Dixon et al. 1994. *Science* 263:185-190.
- Gutiérrez Lopera 2001. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de carbono en plantaciones forestales. In: *Memorias del Simposio Internacional de Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales*, 18 al 20 de Octubre del 2001. Valdivia, Chile, 17 p.
- Maserá 1995. *Interciencia* 20(6): 388 - 395.
- Ordóñez et al. 2001. *Madera y Bosques* 7(2):27-47.
- Waring and Schlesinger. 1985. *Forest ecosystems. Concepts and management*, Academic Press.

Índice de Autores

Abundo Ramírez Esteban	51, 107	de los Ríos Eduardo	345	Hernández Salas Javier	288, 339	Morero Gutiérrez David	188, 208, 235
Aceza Rodríguez Rafael	320	Dece Mathias	114	Hernández Silvio Manuel	81	Arturo	
Aguiar León Mayra J. Gae	261, 267	del Valle Santiago David H.	17, 218	Herrera C. J.	322	Muriel Ríos Jorge R.	204
Aguiar Aguilar Santiago	267	Delgado Barón Erika del	368	Herrera Fomeyo Marco	308	Muriel Ortiz Abel	329
Aguiar Cordero Martín	94	Carman		Antonio		María Rubén Cordero Alfonso	216
Aguiar Caballero Carlos	308	Díaz Castro Sara C.	82	Honorato Salazar J. Amador	182	Muselem S. Miguel Ángel	47, 77, 273
Erasme		Díaz Fernández Espiridión	82, 191, 229	Horwich William R.	141	Nagele Luis Juan Abel	218, 332
Aguiar Caballero Oscar	4, 14, 16, 26, 39, 51,	Díaz González Jorge Arturo	263	Huerta Moreno Juan	232	Narváez J. N.	88
Alberto	82, 115, 125, 158	Díaz R. Sara Gabriela	304	Huerta Martínez F. María	121	Narváez Rainer Raúl	20, 53, 58, 83, 139,
Aguiar Rivera Juan Rogelio	110	Dominguez Pineda Luis A.	343, 343	Hu Gangyong	14	Núñez Cházter José de Jesús	142, 232, 269, 311,
Aguiar Urbán Luis A.	200, 202	Domínguez Padilla Ledy	88	Ikeda Tetsuro Luis Alvaro	4		313, 330, 345
Álvarez Flores Gabriel	317	Douglas Arthur	320	Iglesias Gutiérrez Leonel	89	Navarro Corde	251
Alvaró Morales Héctor Elgido	217, 223	Duárez Alamo José	249, 311, 315	Izela Gutiérrez Fabián	180	Névo de Pascual Raúl Cecilia	80
Alvarado Bustamante Manuel	94, 112	Durán E. Lindolfo	370	Jacinto V. G.	289	Nito-Maza Juan Antonio	260, 262, 214
Alba Aída Jorge Arturo	100	Durán Ramírez José Aurelio	290	Jardiel Padéz Enrique J.	102, 121, 204, 237	Núñez Díaz de la Fuente	43, 123
Alvarado Alvarado Daniel	283	Eduardo Thomas C.	32	Javier Hernández Mario	251	Patricia	
Alcalá Lara Jiménez José	283	Enriquez García Fabián	285	Jesusa María Jesús	18, 82, 84, 189, 259	Núñez López Daniel	213
Algal	290	Enriquez Peña Esther	153	Jiménez Pérez Javier	14, 29, 39, 73, 75, 84,	Ochoa Álvarez Ma. Trinidad	300
Adrián Amalía	152, 164, 337	Eduardo Medina Jesús José	222	Jiménez Pérez Javier	118, 159, 229, 330	Ochoa Víctor Guillermo	324
Adrián Menchaca Eduardo	372	Epifanio Anichipa Juan	107	Jinénez Sánchez Héctor F	299	Ochoa Raúl H. Guillermo	289
Amaral A. N.	318, 322	Erdeann García Mosqueda	39	Juárez Sánchez Martín	143	Olivares Sáenz Erick	44
Anarado Emelita	304	García		Juárez Tapa Pedro	43, 298	Olivares Sáenz Erick	339
Álvarez González Juan Gabriel	33	Estrada Castellón Eduardo	84, 100, 138	Jurado Ybarra Enrique	39, 73, 75, 108, 353	Olivares Sáenz Erick	191
Álvarez Zapata Fabiana	412, 225, 227	Estrada Salvador Ana Lucía	177	Koch Barbara	114	Olivares Sáenz Erick	394
Álvarez Viloria Sadi	96	Fernández Sánchez Humberto	303	Koch Harold	79	Olivares Sáenz Erick	324
Arango Álvarez José Álvaro	339	Figueroa Navaro Caraculo	382	Kramer Horst	28	Olivares Sáenz Erick	285
Arango Pérez Gregorio	246, 261, 392	Flores Cano Jorge Alberto	129	Ledema Alejandro R.	317	Olivares Sáenz Erick	285
Antonio Herrero Janat	84, 108, 126, 148,	Flores Flores Jorge David	200, 202, 214	López Robert J.	22	Ortiz Jiménez Hugo	324
	318	Flores García José Gerardo	188, 208, 235	López Carlos Roberto	271	Ortiz González Víctor Raúl	285
Armentador Oliver Roberto	49, 208	Flores Lauriano J. S.	230	Long James H.	156	Ortiz Cabrera Carlos	285
Armentador José de Jesús	8	Flores López Roberto	24, 202, 267	López A. Ricardo	370		
Arta Flores J. A.	316, 322	Colosimo		López Ayala José Luis	90	Ortega Ch. M.A.	322
Arzulo-Hernández Virginia	281	Flora Villegas Mónica Yamín	216	López García Thana Gabriela	119	Ortega Rubio Alfredo	94, 112
Arzur Sara Sergio	280	Fraza Hernández Juan T.	268	López Novales Ulises	363	Palma López Jesús	18
Baladares Medina Oscar E.	297	Gadow Klaus von	14, 33	López Torres Jorge Luis	28	Palma Trujano Adolfo	180
Barajas R. Jorge	337	Gállegos Infante Alberto	59, 58, 80	López Ulloa Javier	164, 240, 242, 245,	Palma Moreno Mercedes	4
Barajas Quereza José Luis	98	Gállegos Prinegas Salvador	210	López Ulloa Javier	249, 256, 258, 333,	Panigua Domingo Antonio	283
Barajas Téllez José G.	47	Gállegos Rodríguez Agustín	81, 107, 114	Luisvano de la C Karla O	337	Para Negrete Luis Antonio	80
Barajas Rolón-Jarabe Dios	189, 208, 235	Gálvez Meléndez José Daniel	37	Luisvano de la C Karla O	44	Parraquisse Luzmila	252
Bernal Hernández, Jessica J.	126	Gómez Cortés Ma. Cristina	71	Luisvano de la C Karla O	44	Coronado	321, 367
Bonilla Angélica Vilator	99	García García Dora Alicia	118	Luisvano de la C Karla O	44		
Bolívar Chaves Armando	98	García Ramírez José David	287	Luisvano de la C Karla O	44	Pedraza Bucio Fabiola E.	289
Borodachnik Anatoli	98	García Rodríguez J. L.	182	Luisvano de la C Karla O	44	Pedraza Guzmán José María	214
Bota Castillo Luis	32	García Sánchez Felicidad	110, 131	Luisvano de la C Karla O	44	Pérez Luis	299
Burkhard Müller Long	239	García Zava José	208	Luisvano de la C Karla O	44	Pérez Morales Alma L.	152, 154
Caldarín Mayra Juan Roberto	180	García Ceñeros Fortunato	127, 135	Luisvano de la C Karla O	44	Pérez Morales J.	152, 154
Camacho María Francisca	42, 129	Gómez Corderos Martín	341	Luisvano de la C Karla O	44	Pérez R. L.	311
Campos Angélica Gisela V	164	Gómez Chávez Sergio	42, 123	Luisvano de la C Karla O	44	Pimentel de la Torre Donat de	18
Cano Rodríguez Miguel	45, 217, 288	Gómez Guerrero Armando	12, 141	Luisvano de la C Karla O	44	Jesús	
Canto César	147	Gómez Herrera Victor	86	Luisvano de la C Karla O	44	Pirado Álvarez Carmelo	48, 58, 162, 187
Capó A. Miguel A.	129, 370	Gómez Mendizaga Aulón	280	Luisvano de la C Karla O	44	Porras García Martín	194
Carjón-Molina D.E.	49	Gómez Tapia Chivás Alberto	68, 191, 329	Luisvano de la C Karla O	44	Raúl Ruz José Ángel	349
Carnati Hernández Enrique	320	Gómez Tapia Rivas Abelardo	68, 191, 329	Luisvano de la C Karla O	44	Price A.G.	300
Carro Saucedo Jorge	49	González E. M. Socorro	80	Luisvano de la C Karla O	44	Papa Terrazas Soraya	58
Carro A. Laila	324	González Elvardo María	79, 78, 82	Luisvano de la C Karla O	44	Quisela Martínez Guzmán	58, 162
Castañeda Mercedes Arturo	12, 145	González Guillén Manuel de	22, 189, 171	Luisvano de la C Karla O	44	Quintana Olivares Juan	173, 229, 236
Castillo Gabriela Carlos	192	Jesús		Luisvano de la C Karla O	44	Quirós Chivás Andrés	45
Castillo Hernández Ana	335	González Laredo Rubén F.	53, 56, 62	Luisvano de la C Karla O	44	Quirós Villegas Raúl J.	248
Castillo Isabel	327	González Lizano Yvelin	227	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez García Armando	48, 120
Castro Navarro Fabiola	227	Marta		Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez García Pío. Gerardo	349
Ceballos Víctor M.	152, 154, 246	González Nicolás	26	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Herrera Carlos	252
Chacón Sotelo Juan Manuel	49, 162, 187	González Ramos Adalberto	219	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Malonado Hugo	376, 379
Chavez Huerta Yolanda	89, 191, 328	González Tapia Marco Aurelio	229	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Malagón Rafael	36, 369
Chavez Guzmán Francisco		Graciela José	30	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Marujano Carlos	379
Javier		Guillermo Alvarado González	355	Luisvano de la C Karla O	44	Alberto	
Conde M. Elena	304	Guerra Rodríguez Eugenio	200, 202	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Romero Manuel	103
Conrado Chébez Gladis H.	67, 131, 129, 341,	Guerrero G.	135	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Vallejo Patricia	237
	349, 372	Guerra Nicolás Enrique	145	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Villegas Rubén	257
Conrad River José Javier	33, 79	Guillem Gómez Lydia I.	304	Luisvano de la C Karla O	44	Ramos Alberto	352
Corral River Sacramento	300	Guillem Zubán	289	Luisvano de la C Karla O	44	Ramos Parada Daniel	299
Correa Montaña Citlal	304	Guillem Zava R. Alberto	190	Luisvano de la C Karla O	44	Ramos Quirós Juan	293
Cruz de León José	278, 302	Guillem P. Carlos	304	Luisvano de la C Karla O	44	Ramos Quirós Juan	48, 218, 219
Cruz Fernández María	2	Guillem Reyes Rubén	344, 348	Luisvano de la C Karla O	44	Ramírez Ana María	48, 218, 219
Cuevas Guzmán Ramón	191	Ricardo		Luisvano de la C Karla O	44	Rebeca Infante Cynthia G.	317
Das V. H.	20, 130	Guzmán Velasco Antonio	317	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera H. Yvelin	240, 258
De Hoch Rainald	85, 105, 137	Hernández Alonso Jesús	107, 222, 235, 382	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285
De Los Reyes Gerardo	44	Hernández de la R Patricia	159	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285
River Ortiz G Weber	44	Hernández Díaz José Cirio	282, 291	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285
		Hernández Francisco Javier	37, 81	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285
		Hernández López Israel	24	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285
		Hernández Martínez José	230	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285
		Hernández Reyma Agustín	131	Luisvano de la C Karla O	44	Rivera José María	285

Ramón Jiménez Ana Rita	378,379	Zamora Servino Cródoma	254,374
Ramón Miranda María Leonor	5,125	Zavala Riera Francisca	200
Rubio Ariza Héctor C.	45,299	Zepeda Pérez Carlos	210
Ruiz Alonso Vicente	541	Zarate L. A.	311
Ruiz Martín Alfredo	557	Zepeda Castro Hugo	68,101,200
Ruvigny Gutiérrez José Gue	283,680,300	Zúñiga Medina A.G.	125
Sáenz Romero Guadalupe	244,243,271	Zúñiga Parada Hipólito	260
Sales Campos José Eduardo	201		
Sales Weopha Amador	100		
Sacome			
Salazar Domínguez José	383		
Manuel			
Salinas C. Hilary	319		
Salinas Zavala César A.	32		
Sánchez Martínez Guillerma	86		
Sánchez Moreno Edgar Arturo	171		
Sánchez Ochoa Sofía	79,187		
Sánchez Rojas Leonardo	378		
Sánchez Rosas Jorge	42,123		
Sánchez Vargas Nahum J.	249		
Sánchez Vargas Teresa	300		
Santamaría Zambrano Ariel	252		
Santiago Pérez Ana Luisa	121		
Schweitzerberg Guido	197		
Scott Morales Laura M.	100		
Shuler Lela M.	156		
Silva Meléndez Raúl	67		
Silva Sáenz Patricia	265		
Solano Aranda Fortunato	71		
Solo Fitas Manuel Alejandro	187		
Solo González Santiago	180,247,250		
Sosa Concepción Manuel	58,162		
Sosa Ramírez Joaquín	137		
Sotomayor Castellano Javier	302		
Ramón			
Stable Dave W.	42,123		
Stevenson Matt	22		
Stuber Lynn Humberto	133		
Tamarión Lina Juan Carlos	28,195,220,251		
Tana Vega Melión	217		
Therrell Matthew D.	42,123		
Tijado G. Randa Luz	804		
Torres Rojo Juan M.	52,56,60,376,379		
Toth Richard	22		
Troja López Carlos	164		
Trovo García Eduardo Javier	16,84,100,136,145		
	194,210,215,316		
	317		
Trovo Santa Ana	240		
Trovo Jiménez Luisa	285		
Valdez Hernández Juan	12,30,343		
Ignacio			
Valdez Lazarte José René	150,169,171,193		
	218		
Valencia Mena Salvador	67,287,341,379		
Valles Gándara Arturo	52,56,60,81		
Gerardo			
Vaqueiro Muerte Humberto	12,240,258		
Vargas Hernández J. Jesús	12,18,164,240,242		
	249,252,256,258		
	333,337		
Vargas Larrea Benedito	309		
Vázquez C. Ignacio	35		
Vázquez Collazo Ignacio	256		
Vázquez Gamboa Yiza	300		
Vázquez Silva Luis	220,231		
Vázquez Sautter Efraín	254,374		
Vázquez Méndez Juan	164		
Vázquez Sandoz Arvey	253		
Vázquez Martínez Alejandro	18,376,379,382		
Vendegui Ch. José	318		
Vincent Robert	204		
Vila Rodríguez Armando	200		
Villado Méndez Horacio	4,8,177		
Villanueva Díaz José	42,73,75,110,123		
	131		
Villareal C. Raúl	313		
Villavicencio García	114		
Raymundo			
Vivero Vivero Néstor	244		
Wright David	204		
Yakov Huskins Richard Ivan	120		
Zamora Hernández Alejandro	325		

Por acuerdo del Sr. Rector de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Ing. Jaime Valle Méndez**

La Memoria del VI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

Se terminó de imprimir el 10 de Octubre del 2003

En los talleres de Autoediciones del Potosí, S.A. de C.V.

San Luis Potosí, S.L.P.

La edición estuvo al cuidado del Comité Editorial

Se imprimieron 325 ejemplares