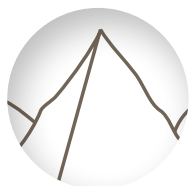


LA GESTIÓN EFICIENTE DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

Reto y oportunidad
de todos

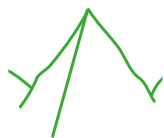


Efrén Hernández Álvarez
Agustín Gallegos Rodríguez
(compiladores)

Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, A.C.
Departamento de Producción Forestal
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

de
amaya
ediciones



LA GESTIÓN EFICIENTE DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

Reto y oportunidad
de todos

Efrén Hernández Álvarez
Agustín Gallegos Rodríguez
(compiladores)

Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, A.C.
Departamento de Producción Forestal
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Directorio

MESA DIRECTIVA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE RECURSOS FORESTALES 2019-2021

Dr. Eduardo Alanís Rodríguez

Presidente

Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. José Javier Corral Rivas

Vicepresidente

Universidad Juárez del Estado de Durango

Dr. Efrén Hernández Álvarez

Secretario

Universidad de Guadalajara

Dr. Gerónimo Quiñonez Barraza

Tesorero

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Miguel Ángel Pequeño Ledezma

Primer Vocal

Con-Ciencia, Plataforma de Divulgación Científica

M.C. Ana Socorro Escobedo Soto

Segundo Vocal

Instituto Tecnológico de El Salto

Dra. Patricia Hernández de la Rosa

Primer Consejero

Colegio de Postgraduados

Dr. Agustín Gallegos Rodríguez

Segundo Consejero

Universidad de Guadalajara

Comité organizador

Dr. Carlos Beas Zárate

Rector del Centro Universitario de
Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Presidente honorario

Dr. Salvador Mena Munguía

Director de División de Ciencias
Agronómicas
Vicepresidente honorario

Dr. Agustín Gallegos Rodríguez

Jefe del Departamento de Producción
Forestal
Secretario honorario

Dr. Efrén Hernández Álvarez

Profesor – Investigador Departamento
Producción Forestal
Presidente del comité organizador

Dra. Martha Isabel Torres Morán

Coordinadora de Investigación CUCBA
Secretaria del comité Organizador

Mtra. María del Pilar Aguirre Thomas

Secretario Administrativo CUCBA
Tesorero de comité organizador

Comité científico

Dr. Eduardo Salcedo Pérez

M.C. Laura Liliana Acosta Sotelo

Dr. César Bonifacio Ramírez López

Dr. Vincenzo Bertolini

Dr. Alejandro Muñoz Urías

Dr. Álvaro Edwin Razo León

Biol. César Jacobo Pereira

Dr. Efrén Hernández Álvarez

Dr. Bayron Ruiz Blandon

M. C. Héctor Contreras Quiñones

M. C. Carlos Manuel Guzmán Paredes

Dr. Raymundo Villavicencio García

Dr. Miguel Ángel Macías Rodríguez

Dr. Germán Flores Garnica

M. C. Ana Graciela Flores Rodríguez

Dr. Agustín Gallegos Rodríguez

Dra. Martha Isabel Torres Morán

M. C. Gerardo Alberto González Cueva

Dra. Georgina Quirós Rocha

Dr. Antonio Rodríguez Rivas

M.C. Sara Gabriela Díaz Ramos

M. C. Ana Luisa Santiago Pérez

M. C. Leticia Hernández López

Ing. Daniel Armando Herrera Bojórquez

Dra. María Leonor Román Miranda

M. C. Antonio Mora Santacruz

M. C. Consuelo Marisel Figueroa Navarro

M. C. Brenda Carolina Zerecero Salazar

Memorias del Congreso Mexicano de Recursos Forestales
La gestión eficiente de los ecosistemas forestales
Reto y oportunidad de todos

Primera edición octubre 2021
© Los autores

ISBN 978-607-8408-75-7

 Amaya ediciones

Índice

8	Presentación
9	CAPÍTULO I. Análisis, Uso, Conservación y Manejo del Suelo
23	CAPÍTULO II. Conservación y Restauración Forestal
79	CAPÍTULO III. Dendroenergía y Plantaciones Forestales
93	CAPÍTULO IV. Industria y Productos Forestales
115	CAPÍTULO V. Inventarios y Biometría Forestal
145	CAPÍTULO VI. Manejo del Fuego Forestal
169	CAPÍTULO VII. Monitoreo Intensivo de Carbono
177	CAPÍTULO VIII. Prestación de Servicios Técnicos Forestales
185	CAPÍTULO IX. Recursos Genéticos Forestales
223	CAPÍTULO X. Salud Forestal
243	CAPÍTULO XI. Servicios Ambientales, Forestales y Cambio Climático
305	CAPÍTULO XII. Silvicultura y Manejo Forestal Sustentable
351	CAPÍTULO XIII. Socioeconomía y Gobernanza Forestal

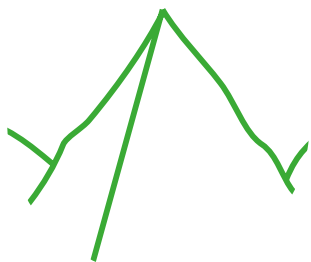
PRESENTACIÓN

La producción, fomento, conservación y manejo sustentable de los recursos forestales es un tema fundamental y necesario para quienes integramos la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales (SOMEREF). Es por esta razón que su XV Congreso Mexicano de Recursos Forestales lleva como lema: "La gestión eficiente de los Recursos Forestales: reto y oportunidad de todos". En esta edición, nuestra consigna se convirtió en una realidad ya que a partir de la situación mundial derivada de la pandemia la SOMEREF junto con el Departamento de Producción Forestal de la Universidad de Guadalajara decidimos desarrollar el Primer Congreso en Formato Digital. El libro contiene 353 contribuciones compartidas por colegas del gremio de forestales que trabajan en 288 instituciones principalmente de México, pero también de otros 14 países como Alemania, Japón, Costa Rica, Moldavia, entre otros. Las contribuciones se presentan a lo largo de 13 capítulos con diferentes temáticas, que incluyen los ecosistemas forestales, sus componentes, la producción de bienes tangibles e intangibles, así como el desarrollo de investigación básica y aplicada derivada de proyectos específicos locales, regionales, nacionales e internacionales. El libro exhibe también el estado actual y tendencias del manejo de recursos forestales, por lo que es una referencia inicial de vinculación entre productores, la comunidad académica, profesionales e instancias gubernamentales y ONG's.



CAPÍTULO I

Análisis, Uso, Conservación y Manejo del Suelo



El suelo es uno de los factores ambientales de mayor importancia para la vida, la producción de alimentos, generación de productos y otros bienes necesarios para la sociedad; además, es la base para que los ecosistemas forestales mantengan con calidad sus servicios ecosistémicos.

En esta mesa se presentaron doce valiosos trabajos que en conjunto abordaron todos los temas relacionados a esta importante área de trabajo forestal. Los suelos forestales para realizar las diferentes funciones ecológicas, deben mantener su estabilidad, calidad y su salud, de acuerdo a su origen y a dichas funciones y servicios; por lo que, su degradación influye fuertemente en todos los bienes y servicios ecosistémicos que proporcionan las áreas forestales.

La calidad del suelo se modifica de acuerdo a los cambios de uso de suelo y a problemas de erosión, ocasionada por el impacto del agua de lluvia y el aire provocando su movimiento superficial y disgregación; la destrucción del hábitat generalmente conduce a la fragmentación y esto trae afectaciones en la biodiversidad; por lo tanto, la recuperación de áreas mediante programas de reforestación acompañadas con obras de conservación de suelos y otras técnicas de remediación, pueden ayudar a su recuperación.

En este sentido, el recurso hídrico es cada vez más limitado y su afectación y disponibilidad está asociado a el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a otros sistemas, particularmente plantaciones agrícolas (cítricos, aguacate, agaves, etc.); se ha encontrado que el cambio de la capacidad de retención de humedad disminuye sustancialmente desde un 17% hasta un 32%. La Agroforestería y los Sistemas

agroforestales han resultado ser excelentes alternativas para atender los problemas que enfrentan los suelos en ecosistemas forestales. Por el contrario, la introducción de especies forestales exóticas o alienígenas invasoras representan un riesgo para el medio ambiente y la biodiversidad en dichos ecosistemas.

Los estudios sobre fertilidad de suelos forestales, el manejo de la fertilización orgánica y mineral de acuerdo a la nutrición mineral requerida para especies forestales, cobra cada vez mayor importancia al igual que para cultivos agrícolas. Las propiedades del suelo y su fertilidad, se ven sumamente favorecidas por la aplicación de insumos como humus de lobríz, incluso de residuos agroindustriales como las vinazas, bagazos, biosólidos no contaminados de plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros permiten mejorar la fertilidad química, física y biológica de los suelos. Por otro lado, pero no menos importante fomentar la creación de áreas verdes urbanas y de la participación ciudadana debe ser también una prioridad.

Por todo lo expuesto, el uso sustentable del suelo, conservación y mejoramiento, son la base para mantener los ecosistemas forestales estables, sanos y productivos y fortalece el beneficio de los servicios ecosistémicos para los seres humanos y los demás organismos que ahí conviven.

Dr. Eduardo Salcedo Pérez

Efecto en las propiedades del suelo por la aplicación de una enmienda de humus de lombriz y vinaza de *Agave durangensis*

Effect on soil properties by the application of an amendment of earthworm humus and *Agave durangensis* vinasse

Ana María Bailón-Salas¹, Pedro Antonio Domínguez-Calleros¹, Luis Alberto Ordaz-Díaz^{2,*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Río Papaloapan, Valle del Sur, C.P. 34120 Durango, Durango, México.

² C Ingeniería en Tecnología Ambiental, Universidad Politécnica de Durango, Carr. Dgo-Mex Km 9.5, Col. Dolores Hidalgo, 34300, Durango, Dgo., México.

* Autor para correspondencia: luis.ordaz@unipolidgo.edu.mx

La materia orgánica es importante en el desarrollo y transformación de los organismos presentes en el suelo. Además de los efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, la materia orgánica es un material fertilizante de acción lenta y origina ciclos biológicos de nutrientes en el suelo. El humus posee características físico-químicas que provocan efectos positivos en el suelo y la planta, algunos de ellos son: mejorar la estructura del suelo y la retención de humedad. La vinaza tiene un gran valor como fertilizante, debido a su alto contenido de materia orgánica y de micronutrientes. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de una mezcla de vinaza de agave y humus de lombriz en las propiedades del suelo. Se tomaron tres muestras de diferentes tipos de suelo. Se determinó los parámetros físicos y

químicos del suelo, vinaza y humus de lombriz. Al ser aplicado hubo cambios significativos en las propiedades, hubo aumento de nutrientes y disminución de pH, esto podría explicarse ya que la vinaza de agave presenta un alto contenido de materia orgánica, por la presencia de grupos carboxílicos y fenólicos, que disminuyen el pH del suelo. Se demostró que después de aplicar la mezcla de vinaza de agave y humus de lombriz al suelo, presentó un alto contenido de nutrientes gracias a esta enmienda orgánica, que mejora alguna de las propiedades químicas del suelo, que conlleva una mejor fertilidad. La mezcla de vinaza-humus demostró tener las características apropiadas para un superfertilizante en el acondicionamiento de suelos.

Potencial de establecimiento de *Prosopis laevis* (árbol de uso múltiple), en suelos del distrito de riego 028

Establishment potential of *Prosopis laevis* (multiple-use tree), in soils of the irrigation district 028

Miguel Ángel Sánchez-Hernández¹, Alma V. Ayala-Garay², Enrique Cortés Díaz^{3*}

1 Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán, México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Texcoco, México.

3 Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México

* Autor para correspondencia: abcdsan2000@yahoo.com.mx

El presente trabajo se desarrolló en el Distrito de Riego 028 Tulancingo, Hidalgo, donde se utilizan aguas residuales para regar cultivos forrajeros. Esta práctica, además de ser útil para la producción ha ocasionado problemas en parcelas regadas con aguas residuales tales como salinidad y se tienen problemas para realizar el riego rodado, esto debido a la topografía del lugar, en respuesta a esta situación el presente trabajo tuvo como objetivo, determinar el potencial de establecimiento de una especie forestal de uso múltiple adecuada a las condiciones que se presentan, como alternativa de producción agrícola. En el aspecto de suelos salinos y con problemas para el riego se incluye una especie forestal con características de tolerancia a la salinidad, sequías y potencial de uso múltiple. Los suelos no presentan deficiencias para K, P, Ca, Mg y Zn, sin embargo; los porcentajes de materia orgánica y contenido de

nitrógeno inorgánico fueron pobres, la textura fue franca y la concentración de metales pesados fue baja. Con base en los análisis del suelo y las opiniones de los productores que participaron en los talleres, el presente trabajo propuso y se establecieron dos parcelas demostrativas de mezquite (*Prosopis laevis* (H.&B. ex Willd.) M.C. Johnston), con un diseño de árboles en linderos, como una opción para contribuir al cultivo en suelos salinos y suelos donde el riego se dificulta debido a la topografía del lugar, se evaluó la sobrevivencia del mezquite de forma mensual por tres meses la cual fue de 100 % en El jagüey del cerro y de 90 % en Santa Ana, lo cual indica que no existen problemas de adaptabilidad en dichos suelos, se concluye que el mezquite es una alternativa viable para los productores, con o sin problemas en sus parcelas, que permitirá dedicar parte de éstas al cultivo de mezquite.

Riesgo de invasión del pasto exótico *Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov., 1923, en la Zona Metropolitana de Guadalajara y la Región del Bajío

Risk of invasion of the exotic grass *Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov., 1923, in the Guadalajara Metropolitan Area and the Bajío Region

Vincenzo Bertolini^{1*}, Carlos Mario Almeida Cerino¹, Tomas Martínez Trinidad², Agustín Gallegos Rodríguez³, Efrén Hernández-Alvarez³

1 El Colegio de la Frontera Sur, unidad Tapachula, carretera antiguo aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Edo. Chiapas, C.P. 30700, México

2 Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Posgraduados, Km 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. México.

3 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuaria, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco C.P.45200

* Autor para correspondencia::vin.bertolini@gmail.com

La introducción de especies exóticas o alienígenas invasoras representan un riesgo para el medio ambiente y la biodiversidad autóctona. Las especies vegetales exóticas pueden, en ocasiones, representar un grave riesgo como es el caso ampliamente documentado en varias partes del mundo del pasto africano *Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov., 1923. Su fuerte competitividad, resistencia a condiciones adversas y la abundancia de semillas producidas hacen de esta planta un caso ejemplar. En México, está reconocida y enlistada como exótica invasora "categoría de riesgo: Muy alto" por la Semarnat. Sin embargo, su monitoreo en México no se ha llevado a cabo de forma exhaustiva,

a tal grado que la Conabio individúa por la ciudad de Guadalajara un total de 3 puntos georeferenciados, mientras hoy en día se está viendo una verdadera invasión a escala preocupante (observación personal). La planta en Guadalajara viene usada como verde de ornato, no obstante todo lo mencionado. Por lo tanto, urge determinar el estado del arte actual acerca de la difusión espontánea y las plantaciones antrópicas que existen en la ciudad de Guadalajara y prever situaciones futuras acerca de su difusión/ invasión en las áreas naturales cercanas a la ciudad, para poder actuar a tiempo para su erradicación, con el fin último de limitar la pérdida de biodiversidad, el riesgo de desertificación y de incendios.

Impacto en las propiedades hídricas en dos usos del suelo en un suelo chernozem en Nuevo León

Impact on water properties in two land uses in a chernozem soil in Nuevo León

Rodolfo A. Martínez Soto^{1*}, María Inés Yáñez Díaz¹, Israel Cantú Silva¹, Humberto González Rodríguez¹ y José Guadalupe Marmolejo Moncivais¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Carretera Nacional Km 145, Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: alejandro50cnt@hotmail.com.

El recurso hídrico cada día es más limitado y una de las principales causas del cambio de uso de suelo de terrenos forestales a terrenos con plantaciones es el efecto en los contenidos del agua. Se evaluaron las propiedades hídricas de un suelo Chernozem en General Terán, Nuevo León en dos sistemas de uso del suelo, Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) y Plantación de cítricos (Cítricos). Se colectaron muestras compuestas a profundidades de 0-10 y 10-30 cm (n=16), las variables hídricas analizadas fueron, capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y el Agua útil (AU). Se aplicó un ANOVA y se encontraron diferencias para las variables analizadas. El MET presentó el valor más alto en ambas profundidades 43.2 % (0-10 cm) y 41.5 % (10-30 cm), el área de cítricos

presentó una media de 35.8 % (0-10 cm) y 37.5 % (10-30 cm). Para el PMP los usos de MET y cítricos en la profundidad 0- 10 cm presentaron una media de 36.2 y 24.8 % respectivamente, para la profundidad 10-30 cm el MET presentó un valor de 32.2 % y cítricos de 24.5 %, en cuanto a el agua útil en la profundidad 0-10 cm y 10-30 cm el uso de cítricos presentó el valor más alto con un 11.08 % y 13.01 respectivamente, mientras el uso MET presentó los valores más bajos con 6.91 % (0-10 cm) y 9.34 % (10-30 cm). Con base en los resultados concluimos que hay un impacto negativo en las variables de CC y PMP presentando pérdidas para CC desde 17.2 % (0-10 cm) hasta 31.49 % (10-30 cm), para PMP 31.49 (0-10 cm) y para 10-30 cm 23.91 %, por su parte el AU obtuvo ganancias de 37.6 % (0-10 cm) y de 28.13 % (10-30 cm).

Patrones espaciales de la fragmentación en la cuenca del Río Tomatlán-Tecuán, Jalisco

Spatial patterns of fragmentation in the Tomatlán-Tecuán river basin, Jalisco

Iris Liliana Carbajal Ramirez^{1*}, Karen Elizabeth Peña Joya², Eréndira Patricia Canales Gómez², Jorge Téllez López²

1 Licenciatura en Biología, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

2 Laboratorio de Ecología, Paisaje y Sociedad, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: iris.carbajal@alumnos.udg.mx

La destrucción del hábitat generalmente conduce a la fragmentación, que es la división de fragmentos que se hacen cada vez más pequeños y esto trae afectaciones en la biodiversidad. Lo datos satelitales permiten revelar los patrones de esta fragmentación y los cambios de cobertura y usos de suelo que la ocasionan. El objetivo del estudio fue evaluar los patrones espaciales de la fragmentación del paisaje en la cuenca del Río Tomatlán-Tecuán, Jalisco, México en el período 2000 – 2020. A partir de imágenes Landsat de los años 2000 y 2020, se generaron mapas temáticos de coberturas y usos del suelo. La fragmentación el área de estudio, se evaluó a través de las métricas: Índice de diversidad de Shannon (SHDI), Número de parche (NP), Área del parche (AREA), Densidad del borde (ED), Índice de agregación (IA), Distancia media más cercana al vecino euclidiano (ENN_MN).

Se evaluaron diferencias significativas entre las métricas con respecto a los años 2000 y 2020. Los resultados muestran que hay un cambio del 32.28 % en toda la cuenca, asociada principalmente al incremento de los usos de suelo como son las actividades agropecuarias. Los bosques han presentado pérdidas de área, los patrones de la fragmentación de los bosques y selvas en el área de estudio todavía no es muy evidente, sin embargo, si se requiere de más estudios para saber cómo estos procesos de fragmentación están impactando en la biodiversidad, ya que el NP aumento y los parches se están alejando entre sí. La agricultura para los años de estudio presenta el mayor número de parches (>2,900). Este estudio se debe considerar los resultados obtenidos para la conectividad del paisaje, donde los parches de mayor importancia se encuentran en las partes altas de la cuenca.

El uso del espacio ocioso urbano en el fomento de áreas verdes en Texcoco, México

The use of urban wasteland in promoting green areas in Texcoco, Mexico

Luis Manuel Morales-Gallegos¹, Tomás Martínez-Trinidad^{1*}, Leopoldo Mohedano-Caballero²

1 Posgrado en Ciencias Forestales. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km.36.5, Montecillo. C. P. 56230. Texcoco de Mora, Estado de México, México.

2 División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km.38.5, Texcoco. C. P. 56230. Texcoco de Mora, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: tomtz@colpos.mx

El fomento a la creación de áreas verdes urbanas es afectado por el rápido crecimiento de la población y la infraestructura urbana, esta situación también ha llevado a la reducción y fragmentación de los espacios verdes en las ciudades, esto, a pesar de que la vegetación es importante para proveer servicios ecosistémicos. El objetivo de este estudio fue evaluar la conversión del espacio ocioso en áreas verdes, en la ciudad de Texcoco, México. Se estimó la superficie de área verde por habitante (m^2 AV h⁻¹); se identificó la condición de ocioso del espacio urbano a través de imágenes satelitales de al menos 10 años. Se analizaron algunas de las propiedades del suelo urbano como: densidad aparente (Dap), textura, pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO) e infiltración para determinar la factibilidad

de establecer vegetación; finalmente, se aplicó una encuesta a una muestra representativa de la población para conocer la percepción social sobre las áreas verdes urbanas. Se determinó que la ciudad de Texcoco cuenta con 0,649 m^2 AV h⁻¹ al año 2015. Se encontraron 84 espacios ociosos con una superficie total de 778,601.91 m^2 lo que representa el 13.42 % de la ciudad. Las propiedades del suelo urbano no representan una limitante en el establecimiento de vegetación. La conversión de los espacios ociosos localizados en áreas verdes, permitiría alcanzar un valor de 7,38 m^2 AV h⁻¹. En general, la población encuestada comparte la idea de crear más áreas verdes en Texcoco, sin embargo, se recomienda considerar los factores económicos y políticos no tratados en la presente investigación.

Macroelementos en suelos de manglares de Paraíso, Tabasco

Macroelements in mangrove soils of Paraíso, Tabasco

Eliseo Hernández-Hernández^{1*}, Eduardo Valdés-Velarde², Juan Ignacio Valdez-Hernández¹, Rufo Sánchez-Hernández³

1 Colegio de Postgraduados, Posgrado en Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco Km 36.5. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230.

2 Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Carretera México-Texcoco, Km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230.

3 Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad s/n, Magisterial, Villahermosa, Tabasco, C. P. 86040.

* Autor para correspondencia; hernandez.eliseo@colpos.mx

La disponibilidad de nutrientes varía considerablemente entre los manglares y también dentro de un mismo rodal, esta variabilidad espacial y temporal de los nutrientes en el suelo podría colaborar en la absorción diferencial de estos nutrientes entre las diferentes especies que componen al manglar. El objetivo del estudio fue cuantificar el contenido de fósforo, potasio, calcio y magnesio en suelo de tres tipos de manglares de Paraíso, Tabasco. Se colectaron muestras de suelo a profundidades de 0-10, 10-20 y 20-30 cm en tres sitios dominados por *Avicennia germinans*, tres sitios por *Laguncularia racemosa* y tres por *Rhizophora mangle*. A las muestras de suelo se les determinó el contenido de fósforo por el método de azul de molibdato, el potasio y calcio se determinó por emisión de flama y el magnesio por espectrofotometría de absorción atómica. La prueba de Kruskal-Wallis demostró que los suelos de *A. germinans* presentaron

los contenidos más altos de fósforo y potasio, pero también el contenido más bajo de calcio; los suelos de *R. mangle* tuvieron los mayores contenidos de calcio y magnesio; mientras que los suelos de *L. racemosa* presentaron los contenidos más bajos de fósforo, potasio y magnesio. En cuanto al factor profundidad, se encontró que hay mayor contenido de fósforo en las capas superiores del suelo, para potasio y magnesio los contenidos fueron mayores en las capas inferiores, mientras que para calcio no se encontraron diferencias significativas entre profundidades. Se concluyó que las diferentes especies evaluadas tienen una absorción diferencial de nutrientes, que las concentraciones de estos macroelementos están relacionadas con la profundidad muestreada y que mientras el fósforo se encuentra limitado en los suelos de manglares, el potasio, calcio y magnesio se encuentran en altas concentraciones.

Constante de humedad del suelo en área de reforestación por el método de plato y membrana de presión y equipo de Reflectometría de Dominio de Tiempo (TDR)

Constant soil moisture in reforestation area by the method of plate and pressure membrane and Time Domain Reflectometry (TDR) equipment

Marlen Gutierréz-Barrientos^{1*}, Ezequiel Hernandez-Balderas¹, Juan Daniel Marín-Solis¹, María Inés Yáñez-Díaz², Omar Humberto Fernández³, José Antonio Torres-Moreno³

1 Geoprospect S.A de C.V. Carretera a la Concha S/N, Colonia San Felipe. Linares, Nuevo León, México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

3 Techgen S.A de C.V- Central Eléctrica Pesquería.

* Autor para correspondencia: Marlen_gtz96@hotmail.com

La humedad del suelo es la cantidad de agua disponible donde intervienen propiedades como la textura, estructura y contenido de materia orgánica. El límite superior de almacenamiento de agua se le conoce como "capacidad de campo" (CC) mientras que el límite inferior se le denomina "punto de marchitez permanente" (PMP). El objetivo de este estudio fue la evaluación del contenido de humedad del suelo en un área de reforestación de especies del matorral espinoso tamaulipeco al sur de la Central Eléctrica Pesquería, Nuevo León, México. Con el equipo de Reflectometría de Dominio de Tiempo TDR-350, se plantearon 30 puntos de monitorización con una separación de 37 metros con mediciones de manera bimensual de febrero a junio de 2021. Se recolectaron 5 muestras compuestas a profundidad de 0 a 30 cm, para la determinación de CC y PMP por el método de plato y

membrana de presión (AS-06 NOM-021-RECNAT-2000) y determinación de textura por el método de Bouyoucos (AS-09 NOM-021-RECNAT-2000). Los resultados promedio obtenidos de humedad del suelo en el mes de febrero 12.58 %, en abril 21.21 % y en junio 32.69 %, encontrándose diferencias entre los tres meses ($p \leq 0.05$) con la prueba de Kruskal-Wallis. La CC fluctuó en un rango de 20.0 a 30.8 % humedad y PMP con valores de 12.6 a 20.6 % humedad, obteniéndose un promedio de 9.9 % de agua disponible para los suelos del área con una textura Franco arcillosa con valores medio de 30.2 % arena, 28.2 % arcilla y 41.6 % limo. Evaluar las constantes de humedad en el suelo es un factor ecológico importante para determinar los volúmenes de agua que se encuentra disponible para las plantas con la finalidad de una mejor gestión del recurso hídrico para la efectividad de la reforestación realizada.

Dinámica del movimiento de sedimentos en cárcavas en El Escobal Municipio de Morelia

Dynamics of sediment movement in gullies in El Escobal Municipality of Morelia

Juan Carlos González Cortés¹, María Elena Granados García^{1*}, María Alcalá de Jesús¹

¹ Laboratorio de Edafología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

* Autor para correspondencia: elena.granados.garcia@umich.mx

Los suelos forestales deben mantener su capacidad para realizar las diferentes funciones ecológicas. La erosión, ocasionada por el impacto del agua de lluvia y el aire, provoca el movimiento de suelo superficial con la consecuente disgregación y el arrastre de partículas por escorrentía. El objetivo fue determinar la dinámica del movimiento de suelo superficial en una cárcava mediana y continua con una profundidad de 1-5 m y con una pendiente de 9°. Para determinar la dinámica del movimiento de sedimentos, se establecieron cuatro sitios separados 35 m sobre el lecho de la cárcava y un sitio control fuera de esta. En cada sitio se colocaron dos varillas transversales expuestas a 30-35 cm de la superficie del suelo, sobre las cuales se colocó un tubo con perforaciones, en las que se

introdujeron varas plásticas para medir la profundidad del lecho. Con respecto al sitio control, donde el movimiento del sedimento fue mínimo, ya que este osciló entre 3.2 y 3.5 cm, el sitio uno varió entre -2.1 y 9.8 cm, el sitio dos osciló entre -2.2 y 7.1 cm, el sitio tres osciló de -4.3 a 6.5 cm y el sitio cuatro cambió de 4.6 a 17 cm, a lo largo del periodo comprendido entre el 01 de agosto y el 28 de noviembre de 2020. Así mismo, el ANOVA revela diferencias significativas entre sitios $p > 0.0000$. Se concluye que los sitios uno y dos se consideran aportadores, debido probablemente a que se encuentran cerca a la cabecera. El sitio tres se considera de acumulación ya que recuperó espesor al final del periodo y en el sitio cuatro se movilizó mayor cantidad de sedimentos.

Efecto de obras de conservación y usos de suelo sobre las propiedades fisicoquímicas de un Regosol

Effect of conservation practices and land use on physical-chemical properties of a Regosol

María Inés Yáñez Díaz^{1*}, Israel Cantú Silva¹, Fortunato Garza Ocañas¹, Horacio Villalón Mendoza¹, Aylin Danae Díaz Zarate¹, Atanasio Sandoval Mendoza¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: maria.yanezdz@uanl.edu.mx

La degradación de los suelos influye fuertemente en todos los bienes y servicios ecosistémicos que proporcionan, la calidad del suelo se modifica de acuerdo a los cambios de uso de suelo utilizados, cambios enfocados a su recuperación pueden influir positivamente en sus propiedades. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto por cambios de usos de suelo en un regosol en el Ejido Congregación de la laguna, Galeana, Nuevo León. Se recolectaron 4 muestras compuestas de suelo a dos profundidades (0-5 y 5-30 cm) para evaluar propiedades fisicoquímicas pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), densidad aparente (DA), resistencia mecánica a la penetración (RMP) y textura, en usos de suelo agrícola de temporal, reforestación con bordos en curvas a nivel, pastizal abandonado y bosque de pino como área testigo. Los resultados de pH oscilaron de 7.67 a 7.92 clasificándose como medianamente

alcalinos, no se presentaron problemas de salinidad con CE menor a 1 mS/cm, la MO presentó valores de 2.57, 3.63, 3.44 y 4.43 % para agrícola, reforestación, bosque y pastizal, respectivamente en la profundidad 0-5 cm, mientras que la profundidad 5-30 cm osciló entre 2.94 a 3.49 %. La textura se clasificó en franca para bosque y agrícola y franca limosa para reforestación y pastizal, la DA fue muy baja con valores menores a 1.00 g/cm³ y RMP fue de 1.0 kg/cm² en el área agrícola a 9.8 kg/cm² para el bosque de pino presentando la mayor dureza. De acuerdo al ANOVA se encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la RMP entre los diferentes usos de suelo, mientras que las demás propiedades analizadas no presentaron diferencias significativas, indicando que los cambios de usos de suelo enfocados hacia la recuperación de áreas como reforestación con bordos a curvas de nivel y pastizal abandonado pueden mejorar la calidad de los suelos.

Palabras clave: bosque de pino, calidad de suelo, degradación de suelos, materia orgánica, reforestación, pastizal abandonado,

Biorremediación de metales pesados en México: técnicas y tendencias de uso para aplicación en actividades mineras

Bioremediation of heavy metals in Mexico: techniques and trends of use for application in mining activities

Karen Alejandra Cavada-Prado¹, Carla Sofía González-Sánchez¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Alejandro Luis Collantes Chávez-Costa^{2*}

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Carretera Nacional #85, Km. 145, Linares, Nuevo León, C.P. 67700 México.

2 Universidad de Quintana Roo, Avenida Andrés Quintana Roo s/n frente a Colonia San Gervasio, Cozumel, Quintana Roo. C.P. 77600 México

* Autor para correspondencia: collants@uqroo.edu.mx

La biorremediación aplicada como técnica de recuperación de suelos contaminados por metales pesados es una herramienta con potencial en desarrollo para recobrar los suelos dañados. El objetivo de esta investigación fue compilar información relacionada a los métodos de biorremediación de metales pesados en suelos en México, que posteriormente puedan ser aplicados a suelos degradados y contaminados por actividades mineras. Para esto se realizó una búsqueda documental de artículos

científicos mexicanos publicados entre los años 2000 a 2020 en distintas bases de datos, mediante el uso de palabras claves en español e inglés. Se registró un total de 52 artículos de tipo experimental en 15 de las entidades federativas que hay en México, entre los cuales, el uso de plantas, hongos y bacterias. Dentro de los estudios de biorremediación, la fitorremediación es la técnica más estudiada a nivel nacional para la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.

Ensayo para el establecimiento de especies arbóreas en suelos salino-sódico del centro de México

Assay for the establishment of tree species in saline-sodic soils of central Mexico.

César Ortiz-Torres^{1*}, Armando Gómez-Guerrero¹, Javier López-Upton¹, Héctor Manuel Ortega-Escobar², Francisca Ofelia Plascencia-Escalante¹, Tomás Martínez Trinidad¹

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

² Postgrado en Hidrociencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

* Autor para correspondencia: ortiz.cesar@colpos.mx

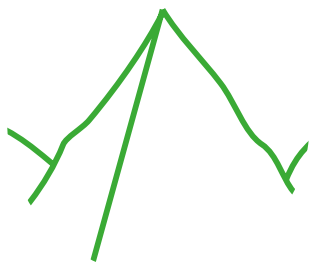
Alrededor de la región del Ex-Lago Texcoco, México, existen áreas con suelos salino-sódicos (SSS) que se alternan espacialmente con zonas urbanas. En un futuro estos SSS quedarán inmersos en dichas áreas y su arborización será fundamental para mantener su calidad ambiental. El objetivo general fue realizar ensayos para ganar conocimiento sobre el establecimiento de especies forestales en SSS. Se presentan dos experimentos (E1 y E2) establecidos sobre SSS en instalaciones del Colegio de Postgraduados, Campus montecillo. En E1, se prepararon 50 cepas con enmienda de suelo para evaluar la supervivencia de *Pinus greggii*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *P. leiophylla* y *Psidium guajava*. La enmienda se compuso de tierra agrícola, tezontle y estiércol compostado (50-25-25) introducida en cepas de 1 m de profundidad con 0.60 m de diámetro. Se

aplicaron riegos cada 5 días manteniendo 60 % de contenido volumétrico de humedad. Se evaluó la supervivencia durante 280 días y se midió: contenido de humedad (CH) en tejido vegetal, y pH y conductividad eléctrica (CE) en suelo. En E2, sobre cepas de árboles que no prosperaron en E1, se trasplantaron individuos de *Nicotiana glauca* para probar su establecimiento. Los resultados de E1, indicaron valores estadísticos más bajos en pH (9.03 vs 9.97) y CE (2.52 vs 8.49 dS⁻¹·m) respecto al SSS. El CH en pinos fue más bajo (76.40 ± 4.63 %) que en *P. guajava* (84.15 ± 9.81 %), esta toleró más la salinidad y tuvo una supervivencia de 70 %. En E2 a los 280 días, *N. glauca* tuvo una supervivencia del 100 %, 65 cm en crecimiento medio en altura y 2.29 cm en diámetro, su CH fue alto (88.57 ± 2.25 %), el pH (8.86) y la CE (1.50 dS⁻¹·m) de las cepas disminuyó.



CAPÍTULO II

Conservación y Restauración Forestal



El capítulo de conservación y restauración forestal integra investigaciones básicas y aplicadas a la gestión sustentable de los recursos forestales. En la sección de conservación se presentan estudios enfocados en evaluar y caracterizar la estructura de comunidades vegetales de interés ecológico y ambiental, en áreas bajo manejo forestal, de conservación y regenerados después de disturbios.

Los estudios se realizaron evaluando directamente las comunidades vegetales en campo y utilizando sistemas remotos como drones. Referente a la restauración, se muestran estudios de producción de plantas y su desempeño en las reforestaciones en campo. Las investigaciones van desde la evaluación de diferentes tratamientos pregerminativos, sustratos, condiciones de sombra, calidad de planta e inoculación de hongos micorrízicos.

El alto número de contribuciones de este capítulo y los diferentes enfoques de las investigaciones indican que el tema de conservación y restauración forestal es de interés y necesario para gestionar adecuadamente los ecosistemas.

Dr. Eduardo Alanis Rodríguez

Caracterización estructural de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio del cerro de la Cruz, El Salto, Jalisco

Structural characterization of the arboreal community of the tropical deciduous forest of cerro de la Cruz, El Salto, Jalisco

Edgar Ramón Gómez-Vega^{1*}, Alberto Brambila-Santiesteban¹, Graciela González-Torres², Ana Luisa Santiago-Pérez¹, Christian Saúl Mendoza-Miramontes¹, Nayeli Monserrat Velasco-Preciado¹, Angélica González-González², David Gutiérrez-Cortez¹, Paola Lizeth Navarro-López², Begoña Bielsa-Fernández¹

¹ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

² Un Salto de Vida A.C.

* Autor para correspondencia: edgar.gomez.forestal@gmail.com

La presente investigación tuvo la finalidad de caracterizar el bosque tropical caducifolio del cerro de la Cruz, El Salto, Jalisco. Se establecieron 19 sitios de muestreo permanente de 500 m² en donde se registraron todos los árboles con un $DN \geq 7$ cm; se identificó la especie y se midió el diámetro normal, la altura y los diámetros de copa. Se calculó la densidad, dominancia, frecuencia, el índice de valor de importancia, índice de distribución vertical de especies, el índice de Shannon-Wiener y el de Simpson. Se registraron 19 especies repartidas en 18 géneros y 13 familias botánicas. La densidad fue de 349 Nha^{-1} y el área basal correspondió a 4.347 m^2ha^{-1} . La distribución por clase diamétrica indicó una agrupación en clases inferiores a manera de "J" invertida a razón de la dinámica del bosque ante las perturbaciones. Las especies con mayor importancia ecológica fueron

Pithecellobium dulce, *Bursera bipinnata*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Agonandra racemosa* y *Annona longiflora* debido a su mayor abundancia y capacidad de resiliencia. El índice vertical de especies (A) demostró que existe una heterogeneidad en la distribución de las especies por piso de altura ($A = 1.023$; $A_{MAX} = 4.043$) alcanzando sólo el 31.11 % de su máxima equitatividad. Los índices de diversidad indicaron una baja diversidad ($H' = 1.067$ y $\lambda = 0.104$) respecto a otros sitios a nivel nacional. Se determinó que el estado de conservación de este bosque es de sucesión secundaria debido a factores como los incendios forestales, la ganadería y la alta ocurrencia de especies arbustivas y herbáceas, por lo que es importante comenzar una línea de acción enfocada en la restauración y recuperación de este ecosistema.

Diversidad y estructura de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México

Diversity and structure of a temperate forest under management in the municipality of Pueblo Nuevo, Durango, Mexico

Edgar A. Flores-Morales¹, Oscar A. Aguirre-Calderón^{1*}, Eduardo J. Treviño Garza¹, Marco Aurelio González Tagle¹, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Gregorio Angeles-Perez²

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

* Autor para correspondencia: Oscar.aguirrecl@uanl.edu.mx

El estudio se realizó en el ejido La Victoria, ubicado al Suroeste del estado de Durango, en el municipio de Pueblo Nuevo. De febrero a diciembre de 2019. El municipio de Pueblo Nuevo se ubica al suroeste del estado de Durango; se encuentra enclavado en la Sierra Madre Occidental. En esta región predominan los bosques templados que se conforman mayormente de pino-encino. Para cuantificar las especies arbóreas, así como medir su estructura horizontal y vertical, los datos para el estudio provinieron de 24305 parcelas de muestreo circulares de 1000 m². Estos datos son derivados del inventario ejidal forestal. Para medir la riqueza y diversidad se utilizaron los índices de Shannon y Margalef. Se registraron 7 familias y 24 especies arbóreas, de las cuales la de mayor valor de importancia

fue la familia *Pinaceae* cuya especie con mayor valor fue *Pinus cooperi*. El valor del Índice de Margalef fue 2.67. En relación al valor de diversidad de especies, el valor del Índice de Shannon fue de 2.85. El Índice de Pretzsch A tuvo valores de 2.63 con valor *Amax* de 3.94 y *Arel* de 68 %, lo que indica que la zona evaluada presenta uniformidad media. Las familias con mayor importancia por su contribución estructural en el bosque de pino-encino del suroeste del estado de Durango son *Pinaceae* y *Fagaceae*, los géneros *Pinus* y *Quercus* son los más importantes. El bosque templado estudiado presenta una riqueza específica y diversidad de especies arbóreas mediana, así como una estructura uniforme en base a los resultados presentados por el Índice de Pretzsch.

Aplicación de métodos colorimétricos para la determinación de viabilidad en embriones de *Pinus greggii* var. *greggii* y var. *australis*.

Application of colorimetric methods for the determination of viability in embryos of *Pinus greggii* var. *greggii* and var. *australis*.

Oralia Sánchez-Vásquez^{1*}, Víctor Manuel Cetina-Alcalá¹, Héctor González-Rosas², Carlos Ramírez-Herrera¹, Miguel Ángel López-López¹, Libia Iris Trejo-Téllez³

1 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.

2 Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Orientación en Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.

3 Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.

* Autor de correspondencia; sanchez.oralia@colpos.mx

La calidad de semillas se puede afectar durante la producción, beneficio, almacenamiento y transporte de las semillas. La viabilidad sustituye al ensayo de germinación, determinando el potencial máximo de germinación de un lote. Para cultivos básicos se usan los métodos colorimétricos, como las pruebas de tetrazolio e índigo carmín. El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar el efecto de estos métodos en la determinación de viabilidad en embriones de semillas de *Pinus greggii* var. *greggii* y var. *australis*. Se analizaron 10 lotes de semillas, correspondientes a 10 árboles de dos procedencias, seis de la variedad *greggii* y cuatro de la variedad *australis*. Se realizó un ensayo de tinción con embriones muertos, para corroborar la eficiencia en la tinción de los dos diferentes métodos colorimétricos a comparar. Se colocaron las semillas en imbibición por 24 horas antes de la extracción de embriones. Para la prueba

Topográfica por Tetrazolio ([0.5 %], [1.0 %] y [2.0 %]) y de Índigo Carmín ([0.10 %], [0.15 %] y [0.20 %]) se realizaron tres repeticiones por concentración de 40 embriones cada repetición, el diseño experimental fue completamente al azar. En Tetrazolio se realizaron lecturas en 15, 30 y 45 minutos, y en Índigo Carmín 30, 60, 90 y 120 minutos. La prueba con Tetrazolio arrojó un porcentaje promedio de viabilidad del 93 % y en la de Índigo Carmín del 90 %, respecto a las concentraciones evaluadas. Se determinó que, por velocidad, intensidad de la tinción y cantidad de reactivo utilizado, las pruebas más eficaces fueron el de [1.0 %] para Tetrazolio y [0.15 %] para Índigo Carmín. Se concluye que los dos métodos de tinción resultan similares en cuanto a determinación de viabilidad, incluso cuando el primer método determina la viabilidad de acuerdo a un criterio de tinción de tejido vivo y el segundo método a uno de tinción de tejido muerto.

Descolonización ambiental, gestión y biopolítica en los parques nacionales en México

Environmental decolonization, management and biopolitics in Mexico's national parks

Blanca Margarita Vázquez Villa^{1*}, Josep De Calasanz Ligorred Perramon², Marco Tulio Peraza Guzmán³, Blanca Paredes Guerrero⁴, Jordi Morató⁵, Ernesto Enkerlin -Hoeflich⁶

1 Doctorado Interinstitucional en Ciencias del Hábitat, Facultad del Hábitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí UASLP

2 Doctorado Interinstitucional en Ciencias del Hábitat, Facultad de Arquitectura, Universidad de Yucatán UADY.

3 Doctorado Interinstitucional en Ciencias del Hábitat, Facultad de Arquitectura, Universidad de Yucatán UADY.

4 Doctorado Interinstitucional en Ciencias del Hábitat, Facultad de Arquitectura, Universidad de Yucatán UADY.

5 Cátedra UNESCO de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Catalunya.

6 Centro de Calidad Ambiental (ITESM)

* Autor para correspondencia: blanca.vazquez@uaslp.mx

El panorama de la crisis ambiental del siglo XXI se ha intensificado y es directamente proporcional con la pérdida acelerada de biodiversidad, cambio climático, cambios de cobertura de vegetación y uso de suelo, el crecimiento indiscriminado de áreas urbanas y de zonas industriales entre otros; dichos procesos han estado amenazando en las últimas décadas al estado y calidad de la conservación de servicios y recursos ecosistémicos, así como la identidad y cultura de las sociedades tradicionales, modificando constantemente los patrones de consumo, formas de habitar y producción presentes en el mundo. Los procesos de gestión y relaciones de poder (biopolítica) en los modelos de Parques Nacionales (PN) reflejan un vacío en omisión ante la respuesta inmediata de la dinámica espacio temporal enfocada a la modernidad de la sociedad actual con alteraciones territoriales en el uso del suelo, cobertura vegetal y representación social versus el paradigma de la conservación

in situ, el objetivo de creación, su eficacia y permanencia. Se establece así un diagnóstico nacional en 67 PN y una representación de 6 casos de estudio. La derogación o recategorización de los PN en México, representa la acción inmediata ante la crisis ambiental que en dichos espacios se presenta, una alternativa de acción pero deja abierto el debate como solución absoluta a la problemática ambiental; sin embargo con este paso se abre la puerta al reconocimiento, la objetividad y la participación-acción a la evolución del conocimiento en la temática ambiental; Formula la oportunidad de generar nuevos modelos de gestión como la presente propuesta a través de instrumentos como las ANP que abarquen un manejo integral del paisaje y consideren ejes rectores establecidos a través de la biocultura y la biopolítica, reflejando un nuevo enfoque en la corresponsabilidad versus el tiempo en términos efectivos y eficientes en la conservación.

Desempeño de una reforestación con especies arbóreas nativas del matorral espinoso Tamaulipeco en áreas degradadas

Performance of reforestation with native tree species of the Tamaulipeco thorn scrub in degraded areas

Ana María Patiño-Flores¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Víctor Manuel Molina-Guerra^{1,2}, José Ángel Sigala Rodríguez³, Enrique Jurado¹, Humberto González-Rodríguez¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 147, 67700, Linares, Nuevo León, México.

² RENAC, S.A. de C.V. Corregidora 102 Nte, Col. Centro, Linares, Nuevo León, C.P. 67700, México.

³ Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, C.P. 34170. Durango, México.

* Autor para correspondencia: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

El uso irracional de los recursos naturales ha provocado la degradación de los ecosistemas. En el noreste de México, el matorral espinoso Tamaulipeco se ha visto afectado por la remoción de la cubierta vegetal con el propósito de que su superficie sea destinada para diferentes actividades económicas. Se han buscado estrategias para tratar de revertir el daño causado, por ello grupos de gestores y académicos han recurrido a la reforestación con especies nativas para conocer los requerimientos de cada especie y poder determinar cuáles son las mejores para estas prácticas. Se evaluó el desempeño de una reforestación con especies nativas del matorral espinoso tamaulipeco (*Cordia boisieri*, *Caesalpinia mexicana*, *Eysenhardtia texana* y *Leucophyllum frutescens*). Se realizaron evaluaciones cada seis meses; desde el inicio de la plantación hasta 41 meses después. La supervivencia fue

determinada por el método Kaplan-Meier además de calcular tasas de crecimiento para las variables diámetro, altura y cobertura. La supervivencia general fue de 49.4 %. La especie *C. boisieri* fue la que menor supervivencia presentó (37.7 %). En términos de crecimiento en diámetro, *C. boisieri* y *C. mexicana* registraron mayor crecimiento, aunque a partir del mes 30 todas las especies presentaron disminución de esta variable. Al inicio las tasas de crecimiento en altura fueron mínimas, después del mes 20, la especie *C. mexicana* mostró alturas significativamente mayores. Se concluye que las especies *Leucophyllum frutescens*, *Eysenhardtia texana* y *Caesalpinia mexicana* mostraron una mejor supervivencia, mientras que especies como *Caesalpinia mexicana* y *Cordia boisieri* con hábito de crecimiento arbóreo presentaron mejores resultados en crecimiento y cobertura.

Estructura y diversidad de leñosas del matorral espinoso Tamaulipeco en una reserva ecológica del noreste de México

Structure and diversity of woody species of the Tamaulipeco thornscrub in an ecological reserve in northeastern Mexico

Ana María Patiño-Flores¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Víctor Manuel Molina-Guerra^{1,2}, Enrique Jurado¹, Humberto González-Rodríguez¹, Óscar Aguirre-Calderón¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. Postal 41, CP 67700, Linares, Nuevo León, México.

² RENAC Asesorías Ambientales, S.A. de C.V., Calle Perlitas 127, Fraccionamiento las Glorias, CP 67710, Linares, Nuevo León, México

* Autor para correspondencia: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

El matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México es de los ecosistemas más degradados por la acción humana. Una de las medidas implementadas para su protección es la declaración de reservas ecológicas, las cuales, son áreas destinadas a la conservación de los ecosistemas y lo que en ellas se encuentre. En el presente estudio se busca conocer si los sitios de la reserva que han sido reforestados presentarán menor abundancia de individuos, cobertura, área basal y volumen de madera que el resto de la reserva. Se realizó un muestreo estratificado al azar para determinar la estructura y diversidad de la vegetación. Se establecieron 10 sitios con parcelas rectangulares de 10 m x 20 m. En cada parcela se evaluaron los individuos con un diámetro basal > 3 cm y se les midió la altura total, diámetro basal y diámetro de copa. En el análisis de datos se determinaron variables

como área basal, cobertura, volumen, diversidad, además de un análisis de conglomerados WinTWINS, análisis de varianza (ANOVA) así como el índice de distribución vertical de especies (A). El sitio de mezquite-huizache presentó los valores más altos de área basal; el matorral de cenizo 2 presentó la mayor cobertura, mientras que la vegetación en un sitio reforestado hace seis años, presentó mayor área basal y volumen maderable que sitios de matorral maduro y matorral de cenizo. Se distinguen cuatro grupos en la clasificación de TWINSPAN. La distribución vertical registra dos estratos donde se encuentra una alta proporción de especies. Se acepta la hipótesis, ya que los sitios presentan diferencias en su estructura y diversidad, siendo los sitios reforestados con 2 y 4 años los que presentaron menor abundancia de individuos, cobertura, área basal y volumen maderable.

Distribución geográfica del género *Asclepia* (Apocynaceae, Asclepiadoideae), en el noreste de México

Geographic distribution of the genus *Asclepia* (Apocynaceae, Asclepiadoideae), in northeastern Mexico

Javier Jiménez Pérez¹, Ricardo Telles Antonio^{2*}, Dora Alicia García García³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

2 Unidad de Estudios Superiores Tejupilco, Universidad Mexiquense del Bicentenario, Tejupilco, Estado de México, México.

3 CIRNE, Campo Experimental Saltillo, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias, Saltillo, Coahuila, México.

* Autor para correspondencia: telles.ricardo2015@gmail.com

La desaparición de *Asclepias* a lo largo de las rutas migratorias de *Danaus plexippus*, ha tenido un impacto significativo en la producción de estas mariposas. El objetivo del presente estudio es mostrar la distribución geográfica del género *Asclepia*, que se desarrolla en los diferentes ecosistemas del noreste de México. Se hizo la revisión sobre el lugar, coordenadas y aspectos del tipo de vegetación. La información procede del Herbario Nacional (MEXU), de la base de datos de Naturalista México, Woodson (1954) y de una amplia revisión bibliográfica sobre la distribución de este género. Se contemplan 34 especies del género *Asclepia* que se distribuyen en

los diferentes ecosistemas del noreste de México. Las especies con mayor frecuencia de registro fueron *Asclepia curassavica*, *A. linaria*, *A. oenotheroides*, *A. angustifolia* y *A. brachystephana*. Seis registros nuevos se detectaron para la región: *A. asperula* ssp. *asperula*, *A. tuberosa* ssp. *interior*, *A. tuberosa* ssp. *terminalis*, *A. verticillata* y *A. viridis*. Se distribuyen en mayor proporción sobre ecosistemas de bosque de *Pinus-Quercus*, vegetación secundaria (acahual), bosque de *Quercus*, pastizal y ruderal. Se aportan bases para la toma de decisiones en la formulación de planes de conservación y preservación de los ecosistemas del noreste de México.

Restauración de bosques de encino en paisajes modificados por el hombre

Restoration of oak forests in human-modified landscapes

Maximino Bernardo Rivas-Rivas^{1*}, David Douterlungne^{1*} Ernesto I. Badano¹, Jorge Alberto Flores-Cano², Lorena Gómez-Aparicio³

1 División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.(IPICYT) Camino a la Presa San José 2055 C.P. 78216, San Luis Potosí, S.L.P., México

2 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

3 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla

* Autor para correspondencia: bernardo.rivas@ipicyt.edu.mx

La fragmentación del paisaje y la degradación de los bosques ha crecido derivado de actividades humanas desmedidas, creando paisajes de tipo mosaico con diferentes usos de suelo, condiciones ambientales extremas y contrastantes entre sí. Encontrar las especies de encinos que mejor toleran dichas condiciones ambientales en estos paisajes, e identificar los factores que facilitan su establecimiento es indispensable para restaurar los bosques de encino y mantener sus servicios ambientales. Bajo esta premisa seleccionamos cuatro hábitats de un encinar modificado por actividades agropecuarias: dos sitios degradados (con pendiente sin cobertura vegetal y suelo erosionado), un pastizal (potrero activo) y otro forestal (bosque secundario). En dichos hábitats evaluamos la supervivencia y el índice de desempeño de diez especies de encino sembradas bajo seis diferentes intervenciones de restauración: exclusión de herbivoría, descompactación, sombra artificial, transferencia de suelo forestal y la combinación de suelo forestal con sombra y suelo forestal con hojarasca. Identificamos

que los paisajes modificados por el hombre albergan hábitats contrastantes entre sí en los que el establecimiento de más de una especie es posible. El hábitat forestal fue el que registró mayor supervivencia. Las mejores intervenciones fueron las basadas en sombra, descompactación y transferencia de suelo bajo sombra artificial. El resto de las intervenciones generaron efectos neutros y/o negativos. Combinar intervenciones de restauración no siempre genera beneficios adicionales en comparación a ser aplicadas por separado. Dichas respuestas cambiaron según el hábitat y la especie. Detectamos dos especies que tuvieron altas tasas de establecimiento bajo diferentes condiciones estresantes. Estos resultados contribuyen a entender parte de la ecología de la regeneración de los encinos en paisajes modificados por actividades humanas. Además, esta información, nos permite tomar decisiones respecto a la restauración de bosques de encinos en función del grado de degradación del paisaje y de los recursos disponibles.

Establecimiento y crecimiento de especies arbóreas y arbustivas, después de tratamientos de restauración, en una plantación de *Eucalyptus* invadida por el pasto introducido *Paspalum*

Establishment and growth of arboreal and shrub species, after restoration treatments, in a *Eucalyptus* plantation invaded by the introduced *Paspalum* grass

Benjamín Villa Castillo^{1*}

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), CIRPAC, Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana No. 1101, Col. Revolución, C.P. 60150, Uruapan, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: villa.benjamín@inifap.gob.mx

Una plantación de *Eucalyptus saligna* con un sotobosque invadido por el pasto de origen sudamericano *Paspalum wettsteinii*, dentro del parque nacional Bongil Bongil, NSW, Australia. El plan de manejo del parque establece que esta plantación debe ser restaurada a una condición similar al ecosistema original, ya que la regeneración de especies nativas está en un estado detenido de sucesión. Para restaurar diversas especies en el sitio donde el bosque original se ha perdido, la plantación de especies deseables puede restablecer la vegetación y acelerar la restauración. La medición de las especies se realizó para reducir la competencia del *Eucalyptus saligna* y *Paspalum wettsteinii*, además del ramoneo del wallaby (especie de canguro nativo). Uno de los resultados de la restauración fue inducir un ecosistema

con una similar heterogeneidad a los bosques naturales cercanos. Un total de 2750 plántulas de 11 de especies fueron plantadas en áreas cercadas para excluir al wallaby y sin cercar. La mortandad de las plántulas después de un año fue dividida en dos categorías: (1) muerte debido al ramoneo del wallaby y (2) y muerte debido a otros factores. El incremento en altura fue evaluado, midiendo la altura inicial y después de un año. Pocas especies pioneras fueron altamente ramoneadas (*Acacia longifolia* var. *sophorae*, *A. melanoxylon*, *Eucalyptus microcorys* y *Callicoma serratifolia*), mientras las de sucesión secundaria no (*Syzygium australe*, *Ficus coronata*, *Acacia maidenii* y *Rhodomyrtus psidioides*). Futuras plantaciones deberán realizarse junto con otras técnicas de restauración.

Desempeño en campo de especies forestales producidas en dos sistemas de fertirriego y dos mezclas de sustrato

Field performance of forest species produced in two fertigation systems and two substrate mixtures

Karla Ramírez-Galicia^{1*}, Miguel Angel López-López¹, Victor Manuel Cetina Alcalá¹, Leopoldo Mohedano-Caballero²

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco de Mora, Estado de México

² División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Campus Central, Chapingo, Texcoco de Mora, Estado de México

* Autor para correspondencia: karam030694@gmail.com

Para el éxito de las reforestaciones es vital el uso de plantas con ciertos atributos. La supervivencia y el crecimiento en campo son las pruebas finales para determinar la calidad de la planta. La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el desempeño inicial en campo de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham y *Pinus pseudostrobus* Lindl., provenientes de dos sistemas de fertirriego y dos sustratos base. Se midió la altura y el diámetro de cada planta a los seis meses desde su establecimiento y se evaluó la supervivencia. Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$), entre especies, sistemas de fertirriego y mezclas de sustratos. La mayor altura se observó en plantas provenientes del sistema de fertirriego por subirrigación. La altura promedio fue

51.46 cm en plantas de *P. patula* y 45.98 cm en *P. pseudostrobus*. En ambas especies, el mayor diámetro se observó en plantas originarias del sistema de regadera; 9.08 mm en *P. patula* y 9.39 mm en *P. pseudostrobus*. En mezcla a base de turba, las plantas mostraron mayores valores de altura y diámetro. La altura promedio en turba para *P. patula* y *P. pseudostrobus* fue 57.87 y 49.64 cm, respectivamente. El diámetro promedio fue 9.69 mm en plantas de *P. patula* y 9.92 mm en *P. pseudostrobus*. La mayor supervivencia (> 88 %) se encontró en plantas provenientes de subirrigación para ambas especies y en sustrato base de turba. Por lo tanto, las prácticas realizadas durante la fase de vivero influyen en gran medida sobre el desempeño en campo.

Priorización de áreas para la conservación de aves en el occidente de la Faja Volcánica Transmexicana

Prioritizing areas for bird conservation at western Transmexican Volcanic Belt

Alejandra Galindo-Cruz¹, Verónica Carolina Rosas-Espinoza², Miguel Vásquez-Bolaños³, Francisco Javier Sahagún-Sánchez^{4*}

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Zapopan Jalisco, México

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Ecología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

4 Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Departamento de Políticas Públicas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

* Autor para correspondencia: francisco.sahagun@cucea.udg.mx

La identificación de regiones que resulten prioritarias para la conservación de la mayor cantidad de especies y ecosistemas es clave para asegurar el mantenimiento de las poblaciones de vida silvestre en México. El objetivo de este trabajo fue identificar áreas con cubiertas forestales que mantengan condiciones de conectividad y favorezcan la conservación de las aves en el extremo occidental de la Faja Volcánica Transmexicana. Para tal efecto, se realizaron modelos de distribución de las especies con el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt) para las aves prioritarias de conservación y, posteriormente se obtuvo un índice integral de conectividad (IIC) que considera los aspectos estructurales y funcionales de las cubiertas vegetales donde potencialmente se distribuyen las especies seleccionadas. Para la determinación de los sitios prioritarios se identificaron las zonas donde se concentra una alta riqueza de especies y se contrastó con la superficie cubierta por Áreas Naturales Protegidas, con lo que fue

posible determinar la representatividad de las áreas de protección para las distintas especies de aves prioritarias. Se determinó que en la región existen al menos tres áreas óptimas, con distintas características ecológicas, de conectividad y número de especies representadas que pueden ser consideradas como sitios relevantes para la conservación de las especies de aves prioritarias. Se destacan los sitios con coberturas de bosques templados y selvas, en la zona norte y centro sur de la zona de estudio. Entre las especies relevantes destacan al menos, 25 especies endémicas, 14 especies en categoría de riesgo y diez con ambas categorías para las que se requieren acciones de conservación. La información generada puede servir como un insumo que permita complementar la red de Áreas Naturales Protegidas decretadas en la actualidad de manera que se favorezca la conservación de las aves prioritarias y los ecosistemas donde habitan en la zona de estudio.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas, conectividad, especies prioritarias, Maxent, representatividad.

Dinámica de la hojarasca en tres comunidades vegetales del estado de Nuevo León, México

Litter dynamics in three plant communities in the state of Nuevo León, Mexico

Luis Gregorio Yañez-García¹, Humberto González-Rodríguez^{1*}, Juan Manuel López-Hernández², Israel Cantú-Silva¹, Mauricio Coterá-Correa¹, Marco Vinicio Gómez-Meza³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

2 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

3 Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: humberto.gonzalezrd@uanl.edu.mx

El objetivo del estudio fue evaluar la dinámica de la producción de hojarasca en tres comunidades vegetales del estado de Nuevo León: Jesús María (Mezquital), Crucitas (Matorral submontano), Bosque Escuela (Bosque de pino-encino). En cada uno de los sitios de estudio se estableció una parcela experimental, con dimensiones de 50 m x 50 m (2,500 m²), en las cuales se establecieron al azar diez colectores de hojarasca (1.0 m² cada uno) por cada sitio. Los recolectores fueron colocados a una altura de 50 cm sobre el suelo. La hojarasca se recolectó durante 12 meses en intervalos de 15 días; iniciando con la primera colecta el día 15 de enero del 2020, concluyendo el 30 de diciembre del 2020. El material colectado fue secado en una estufa de aire forzado a 70 °C durante 72 horas hasta obtener peso constante, para cuantificar posteriormente el peso seco (g m⁻²). La dinámica mensual (g m⁻²) de la caída de la

hojarasca en el sitio de Jesús María varió de 17.3 (julio) a 69.7 (enero), en Crucitas fue de 21.0 (junio) a 80.0 (noviembre), mientras que, en Bosque Escuela varió de 11.5 (octubre) a 92.5 (abril). A través de la sumatoria de todos los muestreos realizados, por repetición, mes y sitio de estudio, se determinó el depósito anual (g m⁻² año⁻¹), el cual fue de 498 (Jesús María), 591 (Crucitas) y 466 (Bosque Escuela). En general, el depósito de hojarasca fue más alto en otoño e invierno para Crucitas y Jesús María. Mientras que, en Bosque Escuela el depósito más alto se presentó en primavera. Hubo diferencias espaciales y temporales en las hojas depositadas. Estas diferencias podrían deberse a la morfología y fisiología de las hojas, estructura, cobertura y tipo de vegetación. Así como, a las variables climáticas presente en cada sitio de estudio.

Influencia de árboles nativos *versus* exóticos en la avifauna local de la ciudad de Tapachula, Chiapas, México

Native trees *versus* exotic trees influence on local birds in the town of Tapachula, Chiapas, Mexico

Karen Gabriela Martínez-Ochoa¹, Vincenzo Bertolini^{1*}, Carlos Mario Almeida-Cerino¹, Paula Lidia Enríquez Rocha², Susana Maza Villalobos Méndez³

1 El Colegio de la Frontera Sur, unidad Tapachula, carretera antiguo aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Edo. Chiapas, CP30700, México

2 El Colegio de la Frontera Sur, unidad San Cristóbal, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio de María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Edo. Chiapas, CP29290, México

3 CONACYT-ECOSUR, unidad Tapachula carretera antiguo aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Edo. Chiapas, CP30700, México

* Autor para correspondencia: vin.bertolini@gmail.com

Tapachula posee parques y jardines con árboles nativos y exóticos que incluyen almendro, mango, primavera, jobo y huacal. Objetivo. Con la intención de conocer el efecto del arbolado urbano en la avifauna local, se determinó la diversidad de aves relacionada con la composición arbórea. Método. Se estudiaron cinco sitios: Parque Ecológico y Deportivo "Los cerritos" (PED), Bosque de "La Concordia" y Parque de "Los Laureles" (BCL), Parque ecológico norte "Del Café" (PEN), Malecón del Río Coatán (MCR) y Unidad Administrativa (UAD). Se utilizó el método conteo en puntos de radio fijo donde se registraron las especies y número de individuos (árboles y aves). Se evaluó la abundancia y la riqueza usando el índice de Shannon-Wiener para aves y la riqueza y abundancia para los árboles. Resultados. Se observaron 2 909 aves, agrupadas en 92 especies, 33 familias, 72 géneros y 15 órdenes. En orden decreciente los sitios con más abundancia

fueron: PED (788), BCL (624), MRC (541) PEN (478), UAD (478); incluyendo nueve especies con alguna categoría de riesgo. Todos los sitios mostraron alta diversidad ($H' \geq 3,30$). La mayor riqueza de especies de aves se encontró en PED (59) y la más baja en BCL (45). En la composición florística se registraron 1,738 individuos, distribuidos en 45 familias, 103 géneros y 121 especies. Los géneros con mayor riqueza fueron *Citrus* e *Inga*, mientras que las especies de mayor representatividad fueron *Ficus benjamina*, *Mangifera indica*, *Tabebuia rosea*, *Roseodendron donnell-smithii* y *Terminalia catappa*. El 54.5 % de las especies fueron nativas y el 45.2 % exóticas. Conclusión. Los datos sugieren que en los sitios de estudio existe una variedad de recursos disponibles que soportan a esta comunidad de aves. Por lo tanto, la diversificación con árboles nativos puede mejorar sistemas para crear hábitat complementario y aumentar la conectividad del paisaje.

Determinación de los tipos de cobertura vegetal que presentan los ríos en el municipio de Hidalgotitlán, Veracruz de Ignacio de la Llave

Determination of the types of vegetation cover that the rivers present in the municipality of Hidalgotitlán, Veracruz de Ignacio de la Llave

Francisco Ángel Martínez Herrera¹, Gorospe Zetina Hirvin¹, Campos Tenorio Rodolfo¹, Chávez López Manuel¹, Rodríguez Salas Hiram¹

¹ Alumno de agronomía grupo 605-E del ITSJC. Pról. Miguel Hidalgo #1519, Col. Centro, CP. 96950, Jesús Carranza; Ver.

Docentes del ITSJC. Pról. Miguel Hidalgo #1519, Col. Centro, CP. 96950, Jesús Carranza; Ver.

* Autor para correspondencia: gorospe.hirvin@colpos.mx

Las Cuenca Hidrográfica son espacios de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. El objetivo principal de esta investigación fue la de evaluar los tipos de cobertura vegetal que poseen los ríos de la zona. En la realización de esta investigación se utilizó el software "ArcGIS" para recabar la información y dar paso a la elaboración de los mapas del municipio. Hidalgotitlán es el municipio 71 del estado de Veracruz, se ubica al sur de la entidad, cuenta con 120 comunidades y una población aproximada de 18225 habitantes. Se encuentra ubicado en la zona Sureste del Estado, en las coordenadas 17° 46' de latitud Norte y 94° 39' de longitud Oeste, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con

Cosoleacaque; al Este con Minatitlán; al Sur con el Valle de Uxpanapa; al Oeste con Jesús Carranza, Texistepec y Jáltipan. Su distancia aproximada al Sureste de la capital del Estado por carretera es de 305 Km. Tiene una superficie de 1.668.93 Km², cifra que representa el 2.29 por ciento del total del estado. En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica. Es importante señalar, que esta alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas.

Evaluación de los tipos de cobertura vegetal en las cuencas del municipio de Matías Romero Oaxaca, a través de los sistemas de información geográfica

Evaluation of the types of vegetation cover in the watersheds of the municipality of Matías Romero Oaxaca, through geographic information systems

Patricio Jiménez Nallely¹, Gorospe Zetina Hirvin¹, Campos Tenorio Rodolfo¹, Chávez López Manuel¹, Rodríguez Salas Hiram¹

¹ Alumna de agronomía grupo 605-E del ITSJC. Pról. Miguel Hidalgo #1519, Col. Centro, CP. 96950, Jesús Carranza; Ver. Docentes del ITSJC. Pról. Miguel Hidalgo #1519, Col. Centro, CP. 96950, Jesús Carranza; Ver.

* Autor para correspondencia: gorospe.hirvin@colpos.mx

El manejo integral de cuencas hidrográficas es una de las vías más recomendables para la gestión territorial y tiene un carácter estratégico. Hoy, es imprescindible articular y normar las diferentes modalidades de gestión y ordenación territorial que se desarrollan, en gran medida, de manera independiente. Los objetivos del proyecto de investigación fueron realizar y analizar en primer término los componentes biofísicos y ambientales del municipio de Matías Romero Avendaño Oaxaca, utilizando softwares cartográficos especializados como ARCGIS en su versión 10.5 b. Con los estudios realizados, se comprobó que los datos obtenidos fueran reales comparándolos con diferentes fuentes tomando como referencia de estudios para el manejo integral de cuencas hidrográficas y sus diferentes usos que se puedan dar. El municipio de Matías Romero Avendaño, distrito de Juchitán, estado de Oaxaca, se ubica en el este, con relación a la capital, en los últimos montes de la sierra norte, enclavada en la región istmo de

Tehuantepec, zona húmeda, mejor conocida como bajo mixe, de acuerdo con el diario oficial de la federación la municipalidad se compone de 23 ejidos incluida la cabecera municipal, 2 colonias, y dos comunidades, con una población de 38,019 habitantes, usando esta información como apoyo para la toma de decisiones en el ámbito de ordenamiento territorial, realizando estudios comprobatorios que incluyen un estudio de manejo integral de cuencas hidrográficas, también la Cobertura vegetal de cada una de las redes hidrográficas. Finalmente, se concluye que el Manejo de Cuencas Hidrográficas como unidad de planificación contempla asimismo la unidad de gestión asociada a ella; en la que es preciso atender a los distintos factores físicos y ambientales, junto con intereses económicos; en un contexto en el que se conjuguen el desarrollo de las actividades productivas, conciliando con la preservación de la biodiversidad, de modo que se garantice un desarrollo sustentable.

Estudio de la estructura anatómica de hojas de tres especies de *Pinus* con fines de identificación

Study of the anatomical structure of leaves of three *Pinus* species for identification purposes

Julio López-Nava^{1*} y José Cruz-De León¹

¹ Valle Verde, # 236, colonia Valle El Rosario, Morelia Michoacán

Avenida Francisco J. Mujica sin número, colonia Villa Universidad. Morelia Michoacán

* Autor para correspondencia: julioIn3@gmail.com

La importancia de los bosques de pino en Michoacán es evidente, son uno de los recursos forestales más valiosos para México por su gran importancia económica, ecológica y social; son fuente de madera, leña, pulpa, resinas, semillas comestibles y otros productos, ofrecen importantes servicios ambientales (agua, oxígeno, recreación y captura de carbono), influyen en los procesos funcionales del ecosistema tales como los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos, los regímenes del fuego y son hábitat y fuente de alimento para la fauna silvestre. Sin embargo, a pesar de su evidente importancia son pocos los estudios realizados sobre la anatomía de sus hojas. En Michoacán el género *Pinus* está representado con alrededor de 15 especies nativas, además de las especies que han sido introducidas con diferentes fines y que han incrementado el número de estas en el estado, por lo que este estudio tuvo como objetivo analizar las características anatómicas y

morfológicas de las hojas de tres especies de *Pinus* e identificarlas por medio de estas características. Se colectaron hojas de tres individuos para cada especie y se analizaron las hojas desde dos aspectos: a) morfología; presencia-ausencia de vaina, longitud de acículas y número de acículas por fascículo, b) anatomía; forma de la hoja en corte transversal, número de hileras de estomas, número y posición de canales resiníferos y haces vasculares. Las tres especies presentaron variación en el número y longitud de acículas, *Pinus cembroides* fue la única especie que presentó vaina decidua, forma semicircular de la hoja y dos canales resiníferos, mientras que la especie *Pinus michoacana* presenta forma triangular de la hoja y tres canales resiníferos de posición media, *Pinus greggii* presenta forma triangular y semicircular con tres y dos canales respectivamente. Se observan diferencias morfológicas y anatómicas que identifican a cada una de las especies estudiadas.

Diagnóstico de la calidad de planta en el vivero forestal El Campanario, Tuxtla Chico, Chiapas

Plant quality diagnosis in the El Campanario forestry nursery, Tuxtla Chico, Chiapas

Jorge Reyes-Reyes^{1,2*}, Juan Alberto Rodríguez-Morales¹, Dorian de Jesús Pimienta de la Torre¹, Mario Alonso Fuentes Pérez², Juan Francisco Aguirre Medina¹, Agustín Merino García³

1 Grupo de Investigación en Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque carretera costera y Pueblo de Huehuetán, Chiapas, México.

2 Escuela de Ciencias y Procesos Agropecuarios Industriales, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Arriaga-Tapanatepec km 01, Arriaga, Chiapas.

3 Escuela de Doctorado Internacional, Universidad de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España.

* Autor para correspondencia: jorge.reyes@rai.usc.es

La producción de plantas de calidad en los viveros forestales garantiza el éxito en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales y en los programas de reforestación. La calidad de planta se refiere a las características morfológicas y fisiológicas adecuadas de las plantas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales y ecológicas del lugar donde serán plantadas. El objetivo del presente trabajo fue la de conocer y describir las principales prácticas culturales y evaluar los parámetros de calidad de plantas de Primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), Roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) y Cedro (*Cedrela odorata* L.) que se producen con fines de comercialización en el vivero forestal El Campanario que se ubica en la Primera Sección de Izapa, municipio de Tuxtla Chico, Chiapas. Las variables evaluadas fueron altura total,

diámetro del tallo, biomasa total, así como la relación parte aérea/raíz, el índice de esbeltez, índice de lignificación e índice de calidad de Dickson. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva y se compararon con resultados de otros estudios realizados en México. De los resultados obtenidos se establece que las prácticas culturales que se aplican en el vivero son las adecuadas, lo que permite obtener plantas de especies forestales de buena calidad. En términos de altura y diámetro las tres especies forestales están dentro del rango establecido para ser plantadas en campo. Las limitaciones presupuestales, hacen difícil incrementar la productividad, pero sin duda, disponer de los recursos económicos a tiempo y suficientes por las ventas de las plantas en tiempo, permitirá planear mejor las distintas actividades y evitar retrasos en la producción.

Patrones de distribución espacial del arbolado en un bosque de *Pseudotsuga menziesii* en Chihuahua, México

Spatial distribution patterns of trees in a *Pseudotsuga menziesii* forest in Chihuahua, Mexico

Samuel Alberto García García^{1*}, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Ernesto Alonso Rubio Camacho², Oscar Alberto Aguirre Calderón¹, Eduardo Javier Treviño Garza¹ y Gabriel Graciano Ávila¹

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 147, 67700, Linares, Nuevo León, México.

2 Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 8, Carretera Libre Tepatitlán-Lagos de Moreno, Av. Biodiversidad # 2470, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. CP. 47600.

* Autor para correspondencia: Alberto_Garcia23@outlook.com

El objetivo de este estudio fue caracterizar los patrones de distribución espacial de un bosque maduro en el municipio de Guadalupe y Calvo en el Estado de Chihuahua, México, donde coexisten coníferas de importancia para la conservación como *Pseudotsuga*, *Picea* y *Abies*. Se utilizó un análisis de patrón de puntos para evaluar mezcla de especies, diferenciación y dominancia dimensional. Los datos se obtuvieron de ocho sitios de muestreo de 1000 m². Se analizaron de manera general 203 grupos estructurales, *Pseudotsuga* generó 84, *Quercus* 22 y *Pinus* 42, reflejando una distribución aleatoria de acuerdo al índice de uniformidad de ángulos (W_i), mientras que el grado de mezcla (M_i) manifestó que la especie referencia cuenta con más de dos vecinos de diferente especie, no se registraron diámetros y alturas dominantes de manera general ya que

(U_{Di}) y (U_{Hi}) mostraron valores similares en cada uno de los grados de dominancia, la diferenciación dimensional (T_{Di}), (TH_i) fue moderada, similar a estudios en bosques perturbados y bajo manejo. La aplicación de los índices aquí empleados contribuyen de manera importante al entendimiento de los procesos que se llevan a cabo en un bosque para llegar a generar una estructura. Lo anterior da bases para el manejo y conservación de comunidades vulnerables como la aquí estudiada, teniendo conocimiento de manera más individualizada de la dinámica a nivel especie o género en bosques maduros, lo cual es vital para una descripción precisa de las relaciones entre especies de manera más auténtica y puede ser base para la conservación o futuras restauraciones en áreas perturbadas.

Evaluación de la vegetación en áreas degradadas, rehabilitadas y conservadas, en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey

Evaluation of the vegetation in degraded, rehabilitated and conserved areas, in the Parque Nacional Cumbres of Monterrey

José Israel Yerena Yamallel^{1*}, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Luis Gerardo Cuéllar Rodríguez¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Nacional km 145, 67700, Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: israel.yerena@gmail.com

El objetivo del estudio fue caracterizar la composición y estructura de la cobertura vegetal arbórea e identificar diferencias y similitudes. El trabajo de campo se desarrolló en el municipio de Santiago, Nuevo León, en cuatro áreas en un tipo de vegetación de Encino-Pino, dos áreas rehabilitadas una con acciones de conservación de suelo y la otra de reforestación, una degradada y una conservada, con el fin de estimar el estado de recuperación. Mediante el inventario florístico en el área de conservación de suelo se registraron un total de tres especies, de las cuales *Pinus pseudostrobus* fue la que presentó una mayor abundancia, y las de menor fueron *Pinus teocote* y *Quercus laeta*; en el sitio degradado una especie, *Pinus teocote*; sitio conservado siete especies, *Pinus pseudostrobus* resultó con una mayor abundancia, la de menor fue *Juniperus monosperma*; en el área de reforestación

cinco especies, *Pinus teocote* obtuvo la mayor abundancia y las de menor fueron *Arbutus xalapensis* y *Pinus pseudostrobus*. El índice de Shannon Wiener indica que el sitio conservado es el que muestra mayor diversidad $H' = 1.58$, seguido por el área de reforestación $H' = 1.46$, conservación de suelos $H' = 0.89$ y el menor fue el sitio degradado $H' = 0.67$. La prueba de similitud o diferencia en la diversidad mostró que existen diferencias significativas en términos de diversidad y abundancia en las áreas de conservación de suelo, reforestación y sitio conservado con respecto del sitio degradado. Se determinó que el área de reforestación presentó mayor número de individuos y el área conservada el mayor número de especies. Las áreas de reforestación y conservación de suelos expresaron una importante contribución en cuanto a la recuperación del bosque mixto, principalmente en el aspecto de dominancia.

Influencia de la fertilización en *Pinus patula* bajo diferentes concentraciones y su supervivencia inicial en campo

Influence of fertilization in *Pinus patula* under different concentrations and his initial survival rate on field

Mitsuo Heras Marcial¹, Arnulfo Aldrete^{1*}, Armando Gómez Guerrero¹, Dante Arturo Rodríguez Trejo²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales, Texcoco, Estado de México.

² Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: aaldrete@colpos.mx

El uso de fertilizantes para la producción de plantas forestales en los viveros de México es de suma importancia, bajo la premisa de que un régimen de nutrición apropiado mejora la calidad y favorece el desempeño de las plantas en campo. Este trabajo de investigación plantea identificar los efectos directos y la interacción del uso de distintas dosis de fertilización, sobre el crecimiento inicial de *Pinus patula* en condiciones de vivero y su supervivencia inicial en campo. Se analizaron ocho tratamientos con distintas combinaciones de fertilizantes de liberación controlada (FLC) con periodos de ocho y 12 meses, en vivero y en campo, en Acaxochitlán, Hidalgo. Los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 8 fueron evaluados en vivero, debido a que en esta etapa se les aplicó la dosis de fertilizante y posteriormente en campo se adicionó una

dosis extra a los tratamientos 5, 6 y 7. La evaluación en vivero de las características morfológicas se realizó transcurridos 7.5 meses después de la siembra, tras lo cual las plantas con el tratamiento testigo, alcanzaron un crecimiento en diámetro de 3.1 mm y altura de 17.6 cm, mientras que la respuesta al tratamiento que resultó con valor mayor en estas variables alcanzaron un diámetro de 4.6 mm y altura de 36.6 cm en promedio. El ANOVA realizado a las variables morfológicas indica que el tratamiento donde se obtuvieron plantas con características de calidad en vivero fueron con una dosis de 4 g de fertilizante de ocho meses de liberación y 4 g de 12 meses. En tanto que la supervivencia en campo fue mayor al 90 % para todos los tratamientos después de nueve meses de establecida la plantación.

Evaluación de diferentes tratamientos pregerminativos para cinco especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco del Noreste

Evaluation of different pregerminative treatments for five woody species of the Tamaulipeco thorn scrub of northeastern

Luis Daniel Ruiz-Carranza¹, Eduardo Alanís-Rodríguez^{1*}, Javier Jiménez-Pérez¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Luis Gerardo Cuéllar-Rodríguez¹, Víctor Molina-Guerra¹, José Á. Sigala Rodríguez³

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México. Cp. 67700.

2 RENAC, S.A. de C.V. Perlitas No. 127, Col. Las Glorias, Linares, N.L. México. Cp. 67710

3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-Mezquitil, km 4.5. C. P. 34170. Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

Las especies forestales del matorral espinoso tamaulipeco (MET) son de gran importancia tanto forrajera como económica en regiones donde tienden a desarrollarse, por lo que tratar de recuperarlas es vital para mejorar condiciones económicas y del ecosistema donde se encuentran presentes. El objetivo del estudio fue identificar cuáles tratamientos pregerminativos son más funcionales en las diferentes especies por medio de la velocidad de emergencia y porcentaje de germinación de embriones. Se colectaron cuatro lotes de semillas con 50 unidades por especie de árboles fenotípicamente superiores libres de daños por plagas o enfermedades, los lotes fueron sometidos a los siguientes tratamientos: 1) agua oxigenada, 2) agua a 100 °C y 3) ácido sulfúrico, con diferentes tiempos de exposición en cada uno,

para cada especie se realizaron de 5 a 9 tratamientos diferentes. La germinación se contabilizó por 17 días. Se realizó un análisis de varianza para identificar diferencias entre tratamientos con una significancia de $p < 0.05$. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de germinación se obtuvo entre el tercero y el octavo día. Asimismo, se observaron diferencias en todos los tratamientos y por especie, donde los valores más altos de germinación fueron: *Havardia pallens* con 98 % y *Prosopis laevigata* derivó 97.5 %, ambos utilizando el tratamiento de ácido sulfúrico por un lapso de 5 min, *Ebenopsis ebano* obtuvo el 97.5 % utilizando ácido sulfúrico por 25 min, *Parkinsonia aculeata* presentó 64 % a través de agua a 100 °C por 5 min, y finalmente *Vachellia farnesiana* obtuvo 23.5 % de germinación con agua a 100 °C por un lapso de 25 min.

Efecto de diferentes condiciones de cobertura de copa en la regeneración de especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco

Effect of different cover conditions on the regeneration of woody species of the Tamaulipas thorn scrub

Luis Daniel Ruiz-Carranza¹, Eduardo Alanís-Rodríguez^{1*}, Javier Jiménez-Pérez¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Luis Gerardo Cuéllar-Rodríguez¹, Víctor Molina-Guerra¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Linares-Cd. Victoria km 145, Apdo. postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, México. Cp. 67700.

² RENAC, S.A. de C.V. Perlitas No. 127, Col. Las Glorias, Linares, N.L. México. Cp. 67710.

* Autor para correspondencia: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx

El matorral espinoso tamaulipeco en los últimos años se ha visto fuertemente afectado por el cambio de uso del suelo para realizar diferentes actividades, por lo que en la actualidad presenta áreas de vegetación secundaria con diferente estructura y cobertura de copa. En el presente estudio se evaluó la densidad, riqueza específica, índice de diversidad verdadera de Shannon e Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVI) de la regeneración natural, de acuerdo con tres condiciones de cobertura de copa del estrato alto (matorral maduro). Los tres escenarios de cobertura del matorral maduro fueron obtenidos a partir de la sumatoria del área de copa de todos los individuos inventariados en sitios de 100 m², obteniendo tres condiciones: 1) Escasa, que corresponde a localidades con una cobertura menor al 100 %; 2) Intermedia, que va del 100 a 150 % y 3)

Alta, con más de 150 %. Se establecieron 12 sitios de 100 m² para cada condición, donde se midió el área de copa de árboles y arbustos. Para evaluar la regeneración natural se establecieron 5 sitios de 1 m² dentro de cada sitio del matorral maduro. Para determinar diferencias significativas entre los parámetros, se realizó un análisis de varianza de un factor, así como la similitud por medio del modelo de Bray-Curtis. Se registraron 22 especies, resultando Fabaceae como la mejor representada. Se localizaron 5 especies con preferencia por alguna condición de cobertura de copa. *Croton incanus* se encuentra como la especie de mayor IVI. Los valores de densidad, riqueza específica e índice de Shannon no mostraron diferencias significativas de acuerdo con las 3 condiciones de cobertura establecidas.

Relaciones morfométricas y estructurales en un bosque afectado por incendio forestal en el APFF La Primavera

Morphometric relationships and structural in a forest affected by forest fire in the APFF La Primavera

Mario Alberto Arroyo-Vázquez^{1*}, Claudia Fabiola Méndez-Martínez², Martha Patricia Gutiérrez De la Garma³, Elizabeth Albarrán Serrano⁴

1 Ingeniero agrónomo por la Universidad de Guadalajara

2 Bióloga por la Universidad de Guadalajara

3 Bióloga por la Universidad de Guadalajara

4 Maestra en Derecho por la Universidad de Guadalajara.

* Autor para correspondencia: forestalmexico@gmail.com

La estructura de la masa forestal deriva en el funcionamiento y composición de un ecosistema, por ello, conocerla es vital en la toma de decisiones orientadas al manejo de bosques que fueron afectados por incendios forestales que coadyuven a la conservación y recuperación del ecosistema. El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera mantiene un régimen de fuego elevado debido a la influencia antropogénica que provoca la zona metropolitana de Guadalajara. Se evaluaron variables dasométricas de 25 sitios de medición forestal de 500 m² registrados entre los años 2018 y 2019. Se encontraron 1046 árboles de los cuales 893 son de la familia Fagaceae, 144 de la familia Pinaceae y 6 de la familia Ericaceae, el porcentaje de copa fue mayor en Ericaceae con 48.1, el grado de esbeltez demuestra que Pinaceae cuenta con mayor resistencia al viento debido al ahusamiento, con el Índice de copa se obtiene que las tres familias

deben ser utilizadas para restauración de los ecosistemas, la forma de copa indica que Pinaceae y Ericaceae no deben ser considerados en caso de raleos por tener los valores más bajos, el Índice de espacio vital expresa que Fagaceae es la familia con más representación en doseles, por su parte el monto de copa señala que las tres familias tienen la misma posibilidad de recibir luz solar, por último el Índice de Pretzch con valor promedio de 28.50 demuestra una homogeneidad en la estructura vertical al concentrar la representatividad en el estrato superior (100 – 80 %), por lo anterior, debe considerarse a Pinaceae y Ericaceae como familias prioritarias en la recuperación de ecosistemas afectados por incendios forestales, Fagaceae y Pinaceae por su capacidad de rebrotar son reservorios de biodiversidad original, sin embargo solo Fagaceae puede consolidar fustes que cuenten con diámetro normal.

Palabras clave: APFF La Primavera, ecosistema, estructura vertical, índice de Pretzch, relación morfométrica, variable dasométrica.

Efecto hormético de los rayos Gamma en la germinación de semillas de *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Hormetic effect of Gamma rays on germination *Pinus pseudostrobus* Lindl seeds.

Laura Yasmin Flores-López¹, Lourdes Georgina Iglesias-Andreu^{1*}.

¹ Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada. Universidad Veracruzana.

* Autor para correspondencia: liglesias@uv.mx

Pinus pseudostrobus es una de las especies de coníferas más utilizadas en trabajos de reforestación, sin embargo, debido al manejo deficiente de sus semillas presenta un alto porcentaje de mortalidad. El efecto hormético (radioestimulador) de las radiaciones ionizantes sobre procesos como la germinación y el crecimiento de las plántulas puede resultar de gran interés en los trabajos de reforestación. Pese a su importancia, no abundan los trabajos que hayan explorado el efecto radiohormético sobre la germinación y la supervivencia de semillas de coníferas, por lo que se desarrolló el presente estudio con el objetivo de evaluar los efectos radiohorméticos del empleo de bajas dosis de rayos Gamma 60 Co sobre la capacidad germinativa y el crecimiento de las plántulas de *Pinus pseudostrobus*, con propósito de reforestación y establecimiento de plantaciones forestales. Se efectuó la colecta de 10 conos de la parte media de 20 árboles *plus* en la población natural de esta especie que se localiza en el municipio de "Las Vigas de Ramírez", Veracruz, México. Se

tomaron un total de 720 semillas para ser irradiadas con las dosis de: 0, 0.5, 1.5, 3, 5 y 7.5 Gy, en la Unidad de 60Co Theratron 780E (fotones con energía de 1.25 MV). Por cada dosis se emplearon 4 réplicas de 30 semillas cada una. Las semillas irradiadas y el control sin irradiar se sembraron en condiciones de invernadero en tubetes (TB-310), conteniendo una mezcla de los sustratos: Peat moss, vermiculita y agrolita (3:1:1) para evaluar el efecto de cada dosis sobre el porcentaje de germinación y crecimiento de las plántulas. Se determinó que todas las dosis empleadas (0.5, 1.5, 3, 5 y 7.5 Gy) incrementaron el número de semillas germinadas y mejoraron el crecimiento de las plántulas con respecto al testigo, sin embargo, la dosis que provocó una mayor estimulación en la germinación fue de 1.5 Gy y la dosis que estimuló un mejor crecimiento fue la de 0.5 Gy. Se concluye que la irradiación con dosis por debajo de 7.5 Gy en semillas de *Pinus pseudostrobus* incrementan el porcentaje de la germinación y crecimiento de sus plántulas.

Uso de los modelos de distribución en la identificación de áreas potenciales para realizar estudios dendrocronológicos en Michoacán, México

Use of distribution models to identify potential areas for dendrochronological studies in Michoacan, Mexico

Ulises Manzanilla-Quñones^{1*}, Patricia Delgado-Valerio¹, Martha Elena Pedraza-Santos¹ y Agustín Molina-Sánchez¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Avenida Revolución esquina con Berlín s/n, Colonia Viveros, C.P. 60170 Uruapan, Michoacán.

* Autor para correspondencia: ulisesmanza@gmail.com

Actualmente existen pocos estudios que involucran el modelamiento espacial de las condiciones ambientales donde crecen los árboles en la identificación de sitios potenciales para efectuar estudios dendrocronológicos en México. El objetivo de este estudio fue analizar bases de datos geográficos y variables ambientales con la finalidad de identificar sitios potenciales para efectuar estudios dendrocronológicos en Pináceas de Michoacán, México. A partir de registros de GBIF, MEXU, observaciones de campo y variables ambientales, se modeló la distribución potencial de 15 Pináceas de Michoacán. El 75 % de los datos se emplearon para entrenar y el 25 % para validar los modelos en Maxent. El desempeño fue evaluado mediante las pruebas de AUC, Roc parcial y Z. La identificación de sitios potenciales se realizó mediante la localización de

las áreas predichas por los modelos en los municipios de Michoacán. Los resultados AUC fueron de 0.82 a 0.99 para los datos de entrenamiento y 0.87 a 0.99 para validación. La prueba de Roc parcial presentó valores de 1.28 a 1.96, mientras que los resultados de Z oscilaron de 32.55 a 4,226.70, lo que indicó un desempeño estadístico excelente ($p < 0.01$). Las superficies con potencial dendrocronológico fueron de 753.97 a 166,689.35 ha. La mayoría ubicadas en Tancítaro, Uruapan y Nuevo Parangaricutiro. Los resultados de este estudio proporcionan datos relevantes sobre sitios y especies, con potencial para la realización de futuras investigaciones dendrocronológicas, además de que estas especies se encuentran distribuidas en una región altamente prioritaria para la conservación de la biodiversidad en Michoacán.

Descripción ecológica de dos poblaciones de *Dalbergia congestiflora* Pittier en selva baja caducifolia de la región costa de Oaxaca

Ecological description of two populations of *Dalbergia congestiflora* Pittier in the low deciduous forest of the coastal region of Oaxaca

Alma Delia Martínez-López¹, Verónica Ortega-Baranda^{1*}, Angelica Romero-Manzanares², Mario Luna-Cavazos², Irma Gisela Nieto-Castañeda¹, Juan Manuel Villa Hernández¹

¹ Instituto de Ecología, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, 71980, Oaxaca, México.

² Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco. Edo. De México. 56230, México.

* Autor para correspondencia: ortegabarandav@gmail.com

Dalbergia congestiflora Pittier es conocida como granadillo o palo de rosa, se caracteriza por su sobreexplotación debido a la comercialización por su fina madera. La presente investigación se basó en la caracterización ecológica de dos poblaciones de *Dalbergia congestiflora* en dos selvas bajas caducifolias de la región costa de Oaxaca. En cada selva se establecieron cuatro Unidades de Muestreo de 600 m². Se consideraron tres clases de tamaño (brinzal, latizal y fustal) para *D. congestiflora*, para todos los individuos arbóreos en general sólo fueron fustales. A todas las clases de tamaño se registraron: altura total, diámetro normal y cobertura de copa. Se realizó la composición de especies arbóreas, la estructura vertical y horizontal, los Índices de Valor de Importancia y Forestal y la riqueza de especies arbóreas. En el caso de *Dalbergia congestiflora* se caracterizó la estructura poblacional, así como la fenología. Las familias más representativas en ambas selvas fueron: Fabaceae, Bombacaceae,

Anacardiaceae. Se tuvieron diferencias en el estrato vertical en ambas selvas (9.0 a 18.0 m y de 6 a 10 m), fueron semejantes en la estructura horizontal (< 2.5-30 cm). Las especies arbóreas con mayor valor de importancia y forestal fueron: *Amphipterygium adstringens*, *Ceiba parvifolia*, *Guapira petenensis* y *Gliricidia sepium*. La riqueza de especies entre selvas fue de 18 a 22 especies, con una semejanza del 0.47. La población de *Dalbergia congestiflora* se caracterizó por alturas entre 6.0-8.0 m, con diámetros normales < 2.5-10 cm; la distribución espacial en las tres clases de tamaño fue de forma agregada, dominando los fustales. La caída de hojas fue de diciembre-marzo, la floración (diciembre-febrero), la fructificación (enero-marzo) y la emergencia de hojas (junio-noviembre). Se espera que con los resultados de esta investigación se aporte información para la elaboración de programas de repoblación, conservación y manejo forestal para *Dalbergia congestiflora*.

Depósito de hojarasca y retorno de nutrientes en tres sitios en el estado de Nuevo León, México

Litterfall deposition and nutrient return in three sites of the state of Nuevo Leon, Mexico

Diana Eloísa Torres-Alvarado¹, Humberto González-Rodríguez², Juan Manuel López-Hernández^{3*}, Tilo Gustavo Domínguez-Gómez¹, José de Jesús Graciano-Luna¹, Santiago Solís-González¹

1 Instituto Tecnológico de El Salto, Pueblo Nuevo, El Salto, Durango, México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México

3 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

4 Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: juan.manuel.lopez@uaslp.mx

El objetivo de la presente investigación fue determinar la producción de la caída de hojarasca y depósito de nutrientes (Ca, K, Mg, P, Cu, Fe, Mn y Zn) en tres sitios en el estado de Nuevo León, México: sitio 1 (Linares), sitio 2 (Crucitas) y sitio 3 (Los Ramones). La hojarasca fue cuantificada a un intervalo de 15 días del 17 de enero al 30 de mayo del 2019. En cada sitio de estudio se ubicó una parcela con una superficie de 2,500 m² (50 m x 50 m), donde se colocaron 10 colectores (1 m² cada uno) para la captura de la hojarasca. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA); no obstante, dado que la mayoría de los datos para la producción de hojarasca y depósito de nutrientes no presentaron distribución normal e igualdad en las varianzas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre los sitios y fecha de

muestreo. La producción de hojarasca siguió la siguiente tendencia (kg ha⁻¹ 0.5año⁻¹): Crucitas (4308.9) > Linares (2911.5) > Los Ramones (1759.4). El depósito anual (kg ha⁻¹ 0.5año⁻¹) de Ca varió de 180.4 (Crucitas) a 50.0 (Los Ramones); Mg de 14.3 (Crucitas) a 8.0 (Los Ramones); K de 31.4 (Los Ramones) a 29.3 (Linares) y P de 3.5 (Crucitas) a 1.4 (Los Ramones). Mientras que, el aporte anual (g ha⁻¹ 0.5año⁻¹) de Cu fue de 22.4 (Crucitas) a 8.3 (Los Ramones); Mn de 155.1 (Crucitas) a 76.9 (Los Ramones); Fe de 501.3 (Crucitas) a 286.4 (Los Ramones) y Zn de 66.9 (Crucitas) a 33.4 (Los Ramones). El uso eficiente de nutrientes en la hojarasca fue mayor en el sitio Linares. Hubo diferencias espaciales y temporales en la cantidad de hojarasca colectada y retorno de nutrientes entre los sitios de estudio.

Caída de hojarasca y aporte de nutrientes en tres comunidades vegetales en el noreste de México

Litterfall and contribution of nutrients in three plant communities in the northeastern Mexico

Naime Yarizeth Ruiz-Rivera¹, Humberto González-Rodríguez^{2*}, Juan Manuel López-Hernández³, José de Jesús Graciano-Luna¹, Santiago Solís-González¹, Isaac Rodríguez-Reta¹

¹ Instituto Tecnológico de El Salto, Pueblo Nuevo, El Salto, Durango, México.

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México

³ Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

* Autor para correspondencia: humberto.gonzalezrd@uanl.edu.mx

El objetivo del presente estudio fue determinar la producción de la caída de la hojarasca, depósito de macromineral nutrientes y su uso eficiente en tres comunidades vegetales en el estado de Nuevo León, México. La hojarasca fue cuantificada a un intervalo de 15 días del 15 de enero al 30 diciembre del 2018, en tres sitios de estudio: Bosque de Pino, Encino y Pino-Encino. En cada sitio de estudio, se estableció una parcela experimental con dimensiones de 50 m x 50 m, en las cuales se establecieron diez recolectores (1 m² cada uno) de hojarasca por sitio. Dado que la mayoría de los datos para el depósito de la hojarasca y depósito de nutrientes no presentaron distribución normal e homogeneidad en las varianzas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre los sitios y fechas de muestreos. El depósito total de hojarasca

(Kg ha⁻¹ año⁻¹) fue 4833.5 (Pino), 5132.5 (Encino) y 5068.7 (Pino-Encino). El depósito anual para macronutriente (kg ha⁻¹ año⁻¹) de Ca fluctuó de 49.3 (Pino) a 134.9 (Encino); Mg de 4.2 (Pino) a 5.9 (Pino-Encino); K de 9.3 (Pino) a 21.3 (Encino) y P de 1.6 (Pino) a 3.0 (Encino). Posteriormente para el depósito anual de micronutriente (g ha⁻¹ año⁻¹) de Cu fue de 7.8 (Pino) a 25.5 (Encino); Mn de 50.3 (Pino) a 682.6 (Encino); Fe de 560.3 (Pino) a 584.2 (Pino-Encino) y Zn de 76.0 (Encino) a 88.6 (Pino-Encino). En la hojarasca el Uso Eficiente de Nutrientes fue mayor en el sitio Pino mientras que el valor más bajo le correspondió al sitio Encino. Los resultados en este estudio, demostraron que existe variación espacial en la producción de hojarasca entre los sitios estudiados, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tres sitios de estudio de forma temporal.

Variaciones morfológicas de plantas de *Agave durangensis* cultivadas en acolchado como efecto de la fertilización en condiciones de invernadero

Morphological variations of *Agave durangensis* seedlings grown in plastic mulch as an effect of fertilization under greenhouse conditions

Génesis Azarel Torres Reyes¹, José Leonardo García Rodríguez^{2*}, José Ángel Sigala Rodríguez², Ricardo Martínez Casas²

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

2 Campo Experimental Valle del Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Durango, México.

* Autor para correspondencia: garcia.leonardo@inifap.gob.mx

El cultivo de *Agave durangensis* Gentry en un sistema combinado de producción en invernadero y acolchado es una alternativa para producir plantas con atributos morfológicos para un adecuado desempeño en los sitios de plantación. Dicho sistema requiere la aplicación de rutinas de fertilización que a la fecha no están bien definidas. El objetivo fue estudiar el efecto de diferentes combinaciones de macronutrientes aplicados en invernadero, así como la adición de una fertilización completa en acolchado, sobre atributos morfológicos de plantas de *A. durangensis*, previo a su plantación en campo. Las plantas inicialmente se cultivaron durante ocho meses en charolas de poliestireno de 77 cavidades (170 cm³), bajo condiciones de invernadero, con cinco tratamientos de fertilización: (1) 0.71-0.36-0.28 g/L [N+P+K], (2) 0.36-0.28 g/L [P+K], (3) 0.71-0.28 g/L [N+K], (4) 0.71-0.36 g/L [N+P], y (5) sin fertilizar. En los siguientes ocho meses, las plantas permanecieron en acolchado a la intemperie bajo dos condiciones

de fertilización: (1) fertilización completa (0.71-0.36-0.28 g/L, N+P+K) y (2) sin fertilizar. Al final del estudio, se cosecharon aleatoriamente diez plantas por combinación de fertilización en invernadero y acolchado. Al final del experimento, se midió la altura, diámetro de roseta, diámetro de piña y biomasa seca de hojas, de piña y raíz. En general, las plantas mostraron un crecimiento significativamente mayor cuando fueron fertilizadas con los tratamientos N+P+K y N+P en etapa de invernadero. Por otra parte, independientemente del tratamiento en invernadero, la fertilización en acolchado incrementó en un 5 y 30 % el crecimiento en altura y biomasa de hojas, respectivamente. En cambio, para la biomasa de piña y raíz, la fertilización en acolchado fue efectiva sólo cuando las plantas fueron cultivadas con los tratamientos de P+K y N+P, respectivamente. Los resultados contribuyen a la optimización del paquete tecnológico para el cultivo de plantas de agave.

Producción de hojarasca y reciclado de nutrientes en tres ecosistemas forestales del noreste de México

Litterfall production and nutrients cycling in three forest ecosystems in northeastern Mexico

José Nieves Carmona-Pequeño¹, Humberto González-Rodríguez¹, Juan Manuel López-Hernández^{2*}, Israel Cantú-Silva¹, José Guadalupe Marmolejo-Mosiváis¹, Marco Vinicio Gómez-Meza³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

2 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

3 Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: juan.manuel.lopez@uaslp.mx

El objetivo de la presente investigación fue determinar la producción de la caída de hojarasca y depósito de nutrientes (Ca, K, Mg, P, Cu, Fe, Mn y Zn) en tres tipos de ecosistemas forestales, en el estado de Nuevo León, México: Pino, Encino y Mixto (Pino-Encino). La hojarasca fue cuantificada a un intervalo de 15 días del 15 de enero al 30 de diciembre del 2017. En cada sitio de estudio se ubicó una parcela con una superficie de 2,500 m², donde se colocaron 10 colectores (1.0 m² cada uno) para la captura de la hojarasca. Dado que la mayoría de los datos para la caída de hojarasca y depósito de nutrientes no presentaron distribución normal e igualdad en las varianzas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre los sitios de estudio y

fechas de muestreo. El depósito anual de la hojarasca fue de 441.7, 432.7 y 529.0 g m⁻² año⁻¹ para Pino, Encino y Mixto, respectivamente. El depósito anual (g m⁻² año⁻¹) de Ca varió de 5.1 (Mixto) a 4.7 (Encino); Mg de 0.6 (Mixto) a 0.4 (Pino); K de 1.0 (Encino) a 0.4 (Pino) y P de 0.3 (Encino) a 0.2 (Pino). Mientras que, el aporte anual (mg m⁻² año⁻¹) de Cu fue de 1.7 (Encino) a 0.6 (Pino); Mn de 49.6 (Encino) a 3.1 (Pino); Fe de 56.7 (Mixto) a 44.1 (Pino) y Zn de 2.1 (Pino) a 1.7 (Encino). En general, el uso eficiente de nutrientes en la hojarasca presentó valores mayores en el sitio Pino y valores más bajos en el sitio Encino. Se presentaron valores espaciales y temporales en la cantidad de la hojarasca colectada y retorno de macro y micro-nutrientes entre los sitios de estudio.

Inventario y diagnóstico de las áreas verdes urbanas en la ciudad de Linares Nuevo León, México

Inventory and diagnosis of urban green areas in the city of Linares Nuevo Leon, Mexico

Carlos Eduardo Leal Elizondo¹, José Isidro Uvalle Saucedo^{1*}, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Fortunato Garza Ocañas¹, Nelly Anahy Leal Elizondo¹

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

* Autor para correspondencia: juvalle.uanl@gmail.com

En la presente investigación se recabó información dasométrica y sanitaria de todas las áreas verdes urbanas del municipio de Linares Nuevo León; censando todos los individuos arbóreos presentes en las 21 plazas, 15 parques y 11 camellones, muestreando una superficie total de 280, 443 m² equivalente a 3.5 m² hab. El total del arbolado sensado es de 2311 individuos pertenecientes a 26 familias, 39 géneros los cuales se dividen en 43 especies, las familias más representativas son Fabaceae y Arecaceae con 4 especies cada una, los géneros más distintivos son *Quercus* con 4 especies, *Pinus* y *Washingtonia* ambos con 2. De acuerdo a las variables de copa, ramificaciones y troncos se determinó la condición del estado actual de los árboles categorizándolos en bueno, regular y malo,

encontrando el 98.66 % (2280 individuos) en la categoría de bueno teniendo un 66 % introducida y 34 % nativos, el 1.30 % (30 individuos) en la categoría de árboles regulares de los cuales el 77 % son introducidas y el 23 % nativas, la categoría de árboles malos con 0.04 % teniendo un individuo perteneciendo a una especie introducida, dando un total de 28 especies introducidas y 15 nativas. Las áreas verdes urbanas presentan un déficit de m² por habitante al estar por debajo del promedio de la ONU (9 y 11m²) dado por un crecimiento socio-económico acelerado, en general las especies presentan una buena condición morfológica reflejada en sus copa, ramificaciones y troncos, beneficiando a la sociedad al tener espacios agradables donde se pueden realizar distintas actividades al aire libre.

Estimación de la capacidad de carga del hábitat del venado (*Odocoileus virginianus texanus*) durante la época seca y húmeda en el noreste de México

Estimating the carrying capacity of deer (*Odocoileus virginianus texanus*) habitat during the dry and wet season in northeastern Mexico

Nelly Anahy Leal Elizondo¹, José Isidro Uvalle Saucedo^{1*}, César Martín Cantú Ayala¹, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Carlos Eduardo Leal Elizondo¹, Andrés José García Díaz²

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Linares-Cd. Victoria, Km 145. Apartado postal 41. CP 67 700, Linares, Nuevo León, México.

² Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética, ETSIA, Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), 02071 Albacete, España.

* Autor para correspondencia: juvalle.uanl@gmail.com

El objetivo del manejo de las áreas de pastoreo es obtener la máxima producción animal sostenida. Para lograrlo, el principal factor a manejar es la capacidad de carga. El presente estudio se llevó a cabo en una unidad de manejo intensiva del noreste de México; evaluando: la producción de biomasa y capacidad de carga del matorral espinoso tamaulipeco en dos estaciones de muestreo (seca y húmeda). Se establecieron siete sitios de muestreo de 50 m² para el estrato alto (EA) y siete de 25 m² para el medio (EM). En cada sitio se registró en base al método de Adelaide el número de repeticiones por especie de la unidad muestral y posteriormente se colectó para secarla en estufa a 65° y conocer su peso en gramos (g). Para el estrato bajo (EB) se establecieron catorce

parcelas de muestreo de 1 m² de corte total para cada estación. La producción de biomasa total disponible para la época seca y húmeda es de 955.93 y 343.49 kg.ha⁻¹, siendo el principal aportador para ambas el estrato alto. La capacidad de carga de venados estimada para el área de estudio fue de 25.94 y 9.32 animales en las 31.2 ha respectivamente. La Prueba de U Mann Whitney y t-Student mostraron que existen diferencias significativas entre las épocas respecto a la variable de producción de biomasa (kg.ha⁻¹) por estrato; siendo la época seca la que presentó los valores más altos. En general en ambas épocas se presenta una buena condición de agostadero reflejada en su alta producción forrajera.

Sustratos alternativos en el crecimiento de tres especies de pino en vivero

Alternative substrates in the growth of three pine species in nursery

Omar Paz-Aquino¹, Wenceslao Santiago-García^{2*}

1 Ingeniería Forestal, Universidad de la Sierra Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

2 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

El género *Pinus* incluye a las especies más utilizadas para la reforestación en México, por lo que se tienen que producir plantas en vivero que tengan un buen desarrollo y sanidad, que garanticen la supervivencia. Para tal fin, se han empleado sustratos comerciales: Peat moss, Agrolita y vermiculita, aunque estos sustratos propician un buen desarrollo de la planta, son de costo elevado. El objetivo del estudio fue evaluar el crecimiento de tres especies de pino producidas en el vivero de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca: *Pinus oaxacana* Mirov, *P. patula* Schiede ex Schltdl. & Cham., y *P.pseudostrobus* Lindl., bajo sustratos alternativos a base de aserrín compostado en diferentes proporciones: 50 % aserrín-50 % hojarasca, 60 % aserrín-40 % hojarasca, 70 % aserrín-30 % tierra de monte, 60 % aserrín-40 % tierra de monte, 80 % aserrín-20 % excremento vacuno, 85 % aserrín-15 % excremento vacuno, y se incluyeron dos mezclas utilizadas comúnmente en el vivero como testigos: Peat moss, Agrolita, 3kg

de multicote, vermiculita y Peat moss, Agrolita, vermiculita, 3 kg de multicote , corteza. Además, se consideraron dos tipos de contenedores y dos tipos de malla sombra, en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial y tres repeticiones. Después de 3 meses se midió la altura con el propósito de analizar el crecimiento y los factores que intervienen en el desarrollo de la planta. Se encontró evidencia de interacciones dobles significativas ($p < 0.05$): malla sombra-sustrato, tipo de charola-sustrato y especie-sustrato; individualmente, los factores significativos fueron: especie, tipo de charola y sustrato. El sustrato con 80 % aserrín-20 % excremento vacuno, malla sombra de 50 %, contenedor de 24 cavidades y de la especie *Pinus oaxacana*, generó el crecimiento mayor pero con alturas menores a las obtenidas en los sustratos testigos. La importancia de encontrar sustratos alternativos permitirá reducir costos de producción, así como un menor impacto al ambiente al utilizar residuos orgánicos.

Germinación de semillas de *Pinus hartwegii* en el Monte Tláloc

Seed germination of *Pinus hartwegii* in the Monte Tláloc

Karem Arlette Andrade-Gómez^{1*}, Carlos Ramírez-Herrera¹, Marcos Jiménez-Casas¹

¹ Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: arlette.ag05@gmail.com

La germinación de semillas indica el potencial que tiene la especie para permanecer en poblaciones a largo plazo, por lo que permite comprender los procesos genéticos en las poblaciones y monitorear la viabilidad de estas. Por lo que el objetivo del presente estudio fue: evaluar la variación en germinación de árboles de *Pinus hartwegii* Lindl., en subpoblaciones en el Monte Tláloc. Se recolectaron conos en 29 árboles de tres subpoblaciones (Tequexquináhuac, San Pablo Izayoc y Santa María Nativitas). Las semillas se germinaron sobre una tela absorbente en cajas de plástico en un diseño de bloques al azar. Las cajas de plástico con las semillas se colocaron a 25 °C. El registro de las semillas germinadas se realizó diariamente por 30 días. Se calcularon la capacidad germinativa, el valor pico y el número

de días para alcanzar el valor pico. Se encontraron diferencias ($p < 0.0001$) entre subpoblaciones para las tres variables. La capacidad germinativa promedio para las subpoblaciones varió entre 44 %, en San Pablo Izayoc y 58.8 % en Tequesquinahuac. El valor pico tuvo un rango promedio de entre 4.25 y 5.52 para las subpoblaciones San Pablo Izayoc y Tequesquinahuac, respectivamente. El número de días promedio para alcanzar el valor pico varió entre 8 y 10 para las subpoblaciones de San Pablo Izayoc y Tequesquinahuac, respectivamente. De manera general, se encontró una alta variación en la germinación de *Pinus hartwegii*, sin embargo, la especie alcanzó la máxima velocidad de germinación en un periodo corto, aun cuando el valor de capacidad germinativa fue bajo.

Estructura poblacional de *Pinus hartwegii* en el Monte Tláloc

Population structure of *Pinus hartwegii* in the Monte Tláloc

Karem Arlette Andrade-Gómez^{1*}, Carlos Ramírez-Herrera¹, Marcos Jiménez-Casas¹

¹ Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: arlette.ag05@gmail.com

La medición cuantitativa de la estructura de los rodales es importante para entender el desarrollo de *Pinus hartwegii* y aportar conocimiento para la toma de decisiones en el manejo forestal. En el presente estudio, el objetivo fue evaluar la composición estructural de subpoblaciones de *Pinus hartwegii* en El Monte Tláloc. Se establecieron 29 unidades de muestreo en tres subpoblaciones (Tequesquihuac, Nativitas y San Pablo Izayoc). Las dimensiones de cada unidad de muestreo fueron 20 x 25 m (500 m²). Se midieron la altura y diámetro a una altura de 1.30 m a todos los árboles en la unidad de muestreo. También, se contaron los entrenudos en todos los árboles menores a 10 m de altura, mientras que se extrajo

una viruta en los árboles con alturas superior a los 10 m para conocer la edad. Se determinó la densidad y estructura en altura, diámetro y edad. La densidad arbórea promedio fue de 205 árboles por hectárea. La categoría de altura de 1.4 a 5 m dominó en los rodales de *P. hartwegii*. Se encontró el mayor número de árboles en la categoría diamétrica de 0 a 5 cm. La mayoría de los árboles se ubicaron en la categoría de edad de los 15 a los 20 años. Sin embargo, la edad promedio para árboles con alturas superiores a los 25 m fue de 95 años. La densidad arbórea fue baja por lo que existe un riesgo de deterioro de los rodales de *Pinus hartwegii* en el Monte Tláloc, donde la subpoblación más viable fue Tequesquihuac.

Efecto de diferentes ambientes lumínicos en la germinación de cuatro especies del matorral espinoso tamaulipeco

Effect of different light environments on the germination of four species of the Tamaulipan thornscrub

David Alonso Cuevas¹, Eduardo Alanís Rodríguez^{2*}, José Ángel Sigala Rodríguez³, Juan Daniel Marín-Solis¹, Omar Humberto Fernández⁴, José Antonio Torres-Moreno⁴

1 Geoprospect S.A. de C.V. Carretera a la Concha S/N, Colonia San Felipe. Linares, Nuevo León, México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 145, 67700, Linares, Nuevo León, México.

3 Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, C.P. 34170. Durango, México.

4 Techgen S.A de C.V- Central Eléctrica Pesquería.

* Autor para correspondencia: eduardoforestal@gmail.com

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes ambientes lumínicos en la germinación de cuatro especies nativas del matorral espinoso tamaulipeco durante su primer periodo de crecimiento en el vivero de la Central Eléctrica Pesquería Techgen SA de CV. Se busca generar conocimiento sobre el manejo de especies nativas de la región que puedan utilizarse en proyectos de reforestación locales. Se estableció un experimento con tres ambientes lumínicos: 1) luz solar directa (sin malla), 2) malla sombra negra al 35 % (M35) y 3) malla sombra negra al 60 % (M60). Las especies utilizadas fueron *Parkinsonia aculeata* (Retama), *Vachellia farnesiana* (Huizache), *Prosopis glandulosa* (Mezquite) y *Cordia boissieri* (Anacahuita). Se establecieron cuatro repeticiones por tratamiento, por especie. Las semillas fueron sembradas en charolas de germinación de 50 cavidades (repeticiones), usando tierra de monte como sustrato. Se sembró dos semillas por cavidad, las cuales recibieron un tratamiento pregerminativo de

escarificación con agua caliente. En general, las semillas de *P. glandulosa* tuvieron la mayor velocidad de germinación. Siete días después de siembra, dicha especie presentó un porcentaje de germinación de 26 % y 16 %, en los tratamientos M60 y M35, respectivamente, mientras que en el tratamiento de luz directa no presentó germinación, sino hasta el día 18 después de siembra (10 %), coincidiendo con las demás especies. A los 30 días después de siembra, los porcentajes de germinación por especie y tratamiento fueron 20 %, 26 % y 19 % para *V. farnesiana*; 66 %, 59 % y 43.5 % para *P. aculeata*; 94.5 %, 95.5 % y 73.5 % para *P. glandulosa*; y 47 %, 15.5 % y 1 % para *C. boissieri*; en M60, M35 y luz directa, respectivamente. Se concluye que, en general, las condiciones de sombra favorecen la germinación de las especies arbóreas del Matorral Espinoso Tamaulipeco, mientras que las condiciones de luz directa la retrasan o incluso la inhiben, como en caso de *C. boissieri*.

Respuesta de la avifauna a quemas prescritas en bosques de pino-encino de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco

Response of avifauna to prescribed burns in pine-oak forests of the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Jalisco

Sarahy Contreras-Martínez^{1*}, Martín López Aguilar², Daniela Ruiz Esparza Puente², M. Faviola Castillo Navarro¹, Fernando R. Gavito Pérez³, Germán Guzmán Sánchez³, Susan Bonfield⁴, Enrique J. Jardel Peláez¹

1 Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales-IMECBIO, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

2 Centro Universitario de la Costa Sur, Ingeniería en Manejo de Recursos Naturales y Agropecuarios, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

3 Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, SEMARNAT-CONANP, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

4 Environment For The Americas, Boulder, Colorado, Estados Unidos.

* Autor para correspondencia: sarahy.contreras@academicos.udg.mx

Las quemas prescritas son una herramienta para la prevención física de incendios, pero su aplicación en áreas protegidas es un tema controversial; sin embargo, en ecosistemas adaptados al fuego son una herramienta para la conservación y restauración de hábitats. Este trabajo presenta resultados de quemas recientes en dos localidades de bosque de pino-encino de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán: Las Mantequillas (MC, 1800-2000 m de altitud), y San Miguel (SM, 2300 m de altitud) realizadas en 2020 y 2021, respectivamente. La respuesta de la avifauna fue evaluada antes de la quema y un año después en MC; para SM sólo se cuenta con datos de un mes después. Se utilizaron dos técnicas: (1) puntos de conteo con radio fijo (25 m), 10 por localidad, separados 250 m entre sí, y (2) captura con 12 redes de niebla. En

la localidad de menor altitud y bosque denso (MC), la riqueza de especies pre y post quema fue mayor que en el bosque abierto de mayor altitud (SM). En MC la riqueza de especies registrada en los puntos de conteo cambió de 61 antes de la quema a 67 un año después; en redes de niebla el cambio fue de 11 a 27 especies y de 30 a 71 individuos capturados, lo cual se interpreta como una respuesta de la comunidad de aves al efecto de la quema en el aumento de la cobertura de vegetación del sotobosque. En SM no se observaron cambios significativos en riqueza de especies antes y un mes después de la quema (42 a 44 en puntos de conteo y 13 a 12 en redes de niebla). Estos resultados preliminares sugieren la relevancia de evaluar los efectos de quemas prescritas como parte del manejo de hábitat para la conservación de la biodiversidad forestal.

Macroinvertebrados en musgos corticícolas como indicadores de salud forestal en un Bosque de Coníferas en el centro de Veracruz

Macroinvertebrates from corticolous moss, as indicators of forest health in a Coniferous Forest in the center of Veracruz

Natalie Penney-Bejarano^{1*}, Andrea Carolina Elizondo-Salas¹, H. David Jimeno-Sevilla¹, Erasmo Cázares-Hernández¹

1 Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Colección Científica del ITSZ y Herbario ZON. Km 4 Carretera a la Compañía S/N, Tepetitlanapa CP 95005, Zongolica, Veracruz, México

* Autor para correspondencia: nataliepenney0806@gmail.com

Las briofitas y los macroinvertebrados son elementos de gran importancia para la función y estabilidad del suelo y pueden fungir como indicadores de salud en los ecosistemas forestales. Actualmente, el manejo de los bosques está basado en el aprovechamiento de los recursos que ofrecen beneficios inmediatos (principalmente la extracción de madera), no obstante, en la mayoría de los programas de aprovechamiento forestal suele no considerarse a las especies tanto de flora y fauna asociadas a las especies de interés económico. El objetivo de esta investigación fue analizar la diversidad y composición de macroinvertebrados en musgos corticícolas en un bosque de coníferas en Texhuacan Veracruz. Mediante el modelo de Clench, se aplicó una curva de acumulación de especies basada en cinco sesiones de muestreo para confirmar la representatividad, la cual arrojó una asíntota de predicción de 67 especies con

una $R^2 = .9998$. Se registraron 4 especies de musgos corticícolas y 68 especies de macroinvertebrados en los musgos, pertenecientes a 7 clases, 23 órdenes y 24 familias. La clase mayormente representada fue Insecta (54.41 %), seguida de Arachnida (29.41 %), Diplopoda (5.88 %), Chilopoda (4.41 %), Malacostraca (2.94 %), Mollusca y Symphyla (1.47 %). El conocimiento de grupos poco estudiados como los presentados en este trabajo, que en su conjunto brindan bienes y servicios dentro de los ecosistemas forestales, permiten elaborar acciones y estrategias de mitigación y conservación que permitan la sustentabilidad en el aprovechamiento de los ecosistemas, manteniendo de este modo su funcionamiento y salud forestal. Este tipo de trabajos debe servir como precedente para futuros estudios en ecosistemas forestales y para el mejor entendimiento de la funcionalidad de los bosques.

Crecimiento de *Dalbergia granadillo* Pittier con hongos endomicorrizicos y fertilizantes inorgánicos

Dalbergia granadillo Pittier growth with endomycorrhizal fungi and inorganic fertilizers

Sergio Cruz García¹, Juan Francisco Aguirre Medina², Saúl Espinosa Zaragoza², Carlos Hugo Avendaño Arrazate³, Jorge Reyes Reyes²

1 Estudiante del Programa de Maestría en Producción Agropecuaria Tropical. Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozacoautla-Villaflores km. 84. Villaflores, Chiapas, México. C.P. 30476.

2 Profesores-Investigadores de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque Carretera Costera y Pueblo de Huehuetán, Huehuetán, Chiapas, México. C.P. 30660. 3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias – INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. C.P. 30870

* Autor para correspondencia: sercrujar.forest@gmail.com

Dalbergia granadillo Pittier tiene un alto valor económico en el mercado internacional por su madera preciosa, las especies tropicales maderables, están sometidas a presión constante por la deforestación, la fragmentación de los hábitats. El granadillo es originario de México. En la actualidad está en peligro de extinción. El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento de *D. granadillo* con hongos endomicorrizicos y fertilizantes inorgánicos en vivero. El experimento se realizó en el vivero forestal del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UNACH, localizado a 15°19' N y 92°44' O, a 44 m s.n.m. El establecimiento del experimento inició en el mes de noviembre del 2020 y finalizó en el mes de marzo del 2021. Los tratamientos fueron 10: El testigo (T), *R. intraradices* (Ri), *R. intraradices* más 50-20-00 (Ri+50-20) y *R. intraradices* 100-40-00 (Ri+100-40), Multicepa *Glomus* sp. (Gl), Multicapa *Glomus* sp. Más 50-20-00 (Gl+50-20) y Multicepa *Glomus* sp.

100-40-00 (Gl+100-40), 50-20-00 y 100-40-00 y un tratamiento en turba/suelo como sustrato. Las fuentes de fertilizante fueron urea (46 % N) y Superfosfato de calcio triple (46 % P₂O₅). Se evaluaron los tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño experimental completamente al azar. Se registraron variables morfológicas y fisiológicas del rendimiento a los 112 días después del trasplante (ddt). Los datos se sometieron a un análisis de GLM y pruebas de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico del software Statistical Analysis System, versión 8.1 (SAS, 1999-2000). Los resultados indicaron que la biofertilización con los aislamientos pertenecientes al género *Glomus* spp que el mejor tratamiento fue el T9 (Gl+100-40) para los componentes del rendimiento, en interacción con las dosis de fertilización química, promovieron mayor crecimiento vegetal aéreo de *D. granadillo* y menor en el sistema radical.

Entendiendo los impulsores de la transición forestal local en comunidades forestales de la Mixteca Alta, Oaxaca, México

Understanding drivers of local forest transition in community forests in Mixteca Alta, Oaxaca, Mexico

José Antonio Hernández-Aguilar^{1 2*}; Elvira Durán¹; Wil de Jong³; Alejandro Velázquez⁴; Gustavo Pérez-Verdín⁵

1 Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Oaxaca- Instituto Politécnico Nacional, México

2 Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande (ITSMIGRA) – Tecnológico Nacional de México, México

3 Center for Southeast Asian and Integrated Area Studies (CSEAS), Kyoto University, Japan

4 Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Universidad Nacional Autónoma de México, México

5 Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango, México

* Autor para correspondencia: antonio.hernandez.aguilar@gmail.com

The Mixteca Alta region in Oaxaca, Mexico is characterized by its severely degraded landscapes. In the last three decades, the region has experienced a remarkable local forest transition. This paper reveals the drivers that favored local forest transition in five communities of Mixteca Alta. Three questions were addressed: how much forest cover was gained during the last three decades? What were the drivers triggering local forest transition? And what lesson can be derived for public policies aiming to restore forests? A cartographic analysis assessed forest recovery between 1990 and 2018. Community workshops, interviews, participant observation, and the review of historical sources helped reveal core drivers. During the period studied, forest cover increased by 71 %

(2,640 hectares), with an annual change of 2.73 %. The increases are the result of reforestation and natural regeneration. Drivers of local forest transition include outmigration and new forest policies, as well as endogenous drivers, such as communities' social capital, local institutional efforts, and socio-ecological awareness. The prevalence of endogenous drivers suggests a strong community-based local forest transition pathway. Forest policies that promote local forest restoration need to recognize local land use land cover trajectories and support those that encourage active and passive recovery pathways. Community-based local forest transition could be important for providing environmental benefits to local people, and it may also contribute to global environmental goals.

Eficiencia fotosintética, estado nutrimental, concentración de carbohidratos y crecimiento de dos especies forestales del trópico seco producidas en niveles diferentes de luz en vivero

Photosynthetic efficiency, nutrimental status, carbohydrates concentration, and growth of two tropical dry forest species produced in different light levels in nursery

Erickson Basave-Villalobos^{1,3*}, Víctor Manuel Cetina-Alcalá¹, Víctor Conde-Martínez², Miguel Ángel López-López¹, Carlos Trejo², Carlos Ramírez-Herrera¹

1 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México, México.

2 Postgrado en Botánica. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México, México.

3 Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Durango, Dgo. México.

* Autor para correspondencia: erbavi_88@hotmail.com

En ambientes diferentes de luz, las plantas exhiben cambios fisiológicos para aclimatare. Es importante examinarlos porque afectan su crecimiento. Esto es necesario en *Crescentia alata* y *Enterolobium cyclocarpum* para mejorar su manejo en vivero pues son especies útiles en prácticas de restauración y agroforestería en el trópico seco. El objetivo fue evaluar la eficiencia fotosintética, estado nutrimental, concentración de carbohidratos y crecimiento de plántulas de *C. alata* y *E. cyclocarpum* producidas en niveles diferentes de luz en vivero. Plántulas de un mes de edad producidas en contenedor se sometieron a cuatro niveles de luz: 25, 35, 55 y 70 % de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) durante tres meses utilizando mallas sombra, en un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. Se determinaron tasas de asimilación neta, concentración

y contenido de N, P y K, concentración de carbohidratos totales en hojas y raíz mediante el método de Antrona, así como tasas relativas de crecimiento. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los niveles de luz afectaron de manera distinta a cada especie. *C. alata* registró los valores mayores en eficiencia fotosintética, contenido de N y P, y crecimiento con 70 % de PAR. En cambio, *E. cyclocarpum* incrementó la concentración y contenido de N, así como los carbohidratos en hojas con 25 % de PAR. En conclusión, niveles altos de luz favorecen el desempeño en vivero de *C. alata*. *E. cyclocarpum* requiere niveles menores. Estos resultados tienen implicaciones importantes. El manejo en vivero de *C. alata* es factible en condiciones de irradiancia alta, en cambio *E. cyclocarpum* requiere mayor sombreo.

Palabras clave: agroforestería, bosque tropical seco, restauración ecológica, reforestación, viveros forestales, parota, cirrián.

Características de frutos y semillas de *Swietenia humilis* Zucc. de diferentes sitios en el estado de Guerrero, México

Fruit and seed characteristics of *Swietenia humilis* Zucc. from different sites in the state of Guerrero, Mexico

Celi Gloria Calixto-Valencia^{1*}, Víctor Manuel Cetina-Alcalá¹, Carlos Ramírez-Herrera¹, Miguel Ángel López-López¹, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Armando Equihua-Martínez², Erickson Basave-Villalobos^{1,3}

1 Postgrado en Ciencias Forestales. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México, México.

2 Postgrado en Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México, México.

3 Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Durango, Dgo. México.

* Autor para correspondencia: calixto.celi@colpos.mx

Swietenia humilis Zucc., es una especie forestal amenazada de gran importancia económica y ecológica, la cual necesita acciones para su conservación. El objetivo de este estudio fue analizar las características de frutos y semillas de *S. humilis* en seis sitios del estado de Guerrero: Zacapalco, Buenavista, Santa Fe Tepetlapa, Cieneguillas, Tuxpan y Arcelia. La recolección de germoplasma se realizó previo a la dehiscencia de la cápsula. Se midió la longitud del fruto y se pesaron los frutos y semillas, número y proporción de semillas desarrolladas y no desarrolladas, peso de 1000 semillas, número de semillas por kg. Las diferencias entre los sitios se determinaron mediante un análisis de varianza no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis y comparación de medias de a pares. El tamaño del fruto y la producción de semillas variaron entre los sitios. Los valores mínimos y máximos promedio fueron: [frutos] diámetro (63.64 - 99.03 mm), longitud (8.73 - 15.27 cm) y

peso (115.75 - 498.96 g); [semillas] número total, (63.95 - 70.31), no desarrolladas (15.471 - 27.66), desarrolladas (42.66 - 53.62), proporción de no desarrolladas (23.66 - 39.23 %), proporción de desarrolladas (60.77- 76.34 %), peso de no desarrolladas (0.34 - 2.60 g) peso de desarrolladas (17.18 - 44.27 g), peso de 1000 semillas (350 - 830 g), peso por semilla (0.35 - 0.83 g), número de semillas por kg (1204 - 2857). Zacapalco presentó el mayor tamaño de semilla, Tuxpan tuvo frutos con mayor número de semillas pero con mayor proporción de semillas no desarrolladas, y Cieneguillas el menor tamaño de frutos y semillas, así como mayor número de semillas por Kg. Conocer las mencionadas características permite identificar rodales naturales que puedan ser considerados para satisfacer las demandas de germoplasma de las iniciativas de conservación, propagación y reforestación.

Crecimiento y sobrevivencia de injertos en *Pinus greggii* var. *australis* en cuatro portainjertos

Growth and survival of grafts in *Pinus greggii* var. *australis* on four rootstocks

Sandra Luz Castro Garibay^{1*}, Angel Villegas Monter¹, Javier López Upton²

1 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Fisiología Vegetal, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco estado de México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrados en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco estado de México.

* Autor para correspondencia: sandracastro9024@gmail.com

Cuando se realizan injertos en pinos, generalmente se utiliza la misma especie como púa y portainjerto, ya que se considera que existe mayor prendimiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento y sobrevivencia de *P. greggii* var. *australis* injertado en cuatro portainjertos. Los injertos se realizaron en abril de 2019, las longitudes de las púas variaron de 8 – 10 cm, con dos orígenes, plantas donadoras mantenidas en vivero y de árboles en campo, los portainjertos utilizados fueron *P. greggii* var. *australis*, *P. teocote*, *P. patula* y *P. leiophylla* de 15 meses. Se evaluó porcentaje de prendimiento a los tres meses; la altura y relación injerto/portainjerto a los 6, 12 y 24 meses, y sobrevivencia a los 24 meses. El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial, los portainjertos como bloques, y los orígenes de púas, como factores. Para la variable altura se realizó análisis de varianza y comparación

de medias, para el resto de las variables se usaron las medias. El porcentaje de prendimiento para ambos orígenes de púa fue 98 %; y con *P. teocote* y *P. patula* como portainjerto fue 100 %. Respecto a la altura, en las tres evaluaciones el mayor crecimiento se obtuvo con las púas provenientes de plantas donadoras mantenidas en vivero, y con *P. greggii* como portainjerto se obtuvieron mayores crecimientos 28.3, 46.7 y 66.6 cm. La relación injerto / portainjerto promedio de las combinaciones utilizadas fue aumentando de 0.90, 0.92 y 1.24 meses después, el porcentaje de sobrevivencia promedio para púas de vivero fue 92 % y para las de campo 90 %; y con *P. patula* como portainjerto 96.5 %. Las púas de plantas donadoras mantenidas en vivero propician mayores crecimientos; y *P. greggii* var. *australis* puede injertarse en cualquiera de los cuatro portainjertos.

Injertos de pino piñonero en cuatro portainjertos

Stone pine grafting on four rootstocks

Sandra Luz Castro Garibay^{1*}, Angel Villegas Monter¹, Isai Monroy González¹, Javier López Upton²

1 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Fisiología Vegetal, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco estado de México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrados en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco estado de México.

* Autor para correspondencia: sandracastro9024@gmail.com

Pinus cembroides y *P. orizabensis* son especies de pino piñonero, de importancia ecológica y económica para los pobladores donde se distribuyen. Debido a la variabilidad de los árboles provenientes de semilla, los rendimientos son diferentes al igual que la calidad de los piñones. El objetivo de este trabajo fue evaluar crecimiento y sobrevivencia en injertos de ambas especies, utilizando cuatro portainjertos. Los injertos de *P. orizabensis* y *P. cembroides* se realizaron en abril y junio de 2020, respectivamente, las longitudes de las púas variaron de 5 – 7 cm, los portainjertos fueron *P. orizabensis* (PO), *P. greggii* var. *australis* (PG), *P. teocote* (PT) y *P. patula* (PP), el primero de 6 años y el resto de 27 meses. Se evaluó porcentaje de prendimiento al mes; altura y porcentaje de sobrevivencia un año después. El diseño experimental fue completamente al azar. Para la variable

altura se realizó análisis de varianza y comparación de medias, para el resto de las variables solo se usaron medias. El prendimiento promedio fue de 77.5 y 84.7 %, para *P. orizabensis* y *P. cembroides*, respectivamente, para ambos casos con *P. greggii* se obtuvo 100 % de prendimiento. Respecto a la altura, cuando se utilizó *P. orizabensis* como portainjerto, las alturas fueron 21.1 y 17.6 cm, para *P. orizabensis* y *P. cembroides*, respectivamente. La sobrevivencia en las combinaciones de *P. orizabensis* 50, 41, 50 y 100 % con PG, PP, PT y PO, respectivamente; mientras que con *P. cembroides* el porcentaje de sobrevivencia fue 73 y 75 % con PG y PO, respectivamente. Es posible injertar pino piñonero en cualquiera de los portainjertos utilizados, pero la combinación que proporciona los mayores crecimientos es con *P. orizabensis*.

Hacia una sustentabilidad proactiva desde el aula de educación superior

Towards proactive sustainability from the higher education classroom

María del Carmen Soto¹, Marcela Araceli Segoviano Mendoza² y Claudia Edith Bailón Soto^{*3}

1. Gobierno del Estado de Durango

2. Facultad de Medicina y Nutrición, Universidad Juárez del Estado de Durango marcela

*3 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango

*3 Autor de correspondencia.: claudia.bailon@ujed.mx

Desde la creación de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas se ha presentado un gran reto para que los diferentes sectores de la sociedad conozcan, asimilen y apliquen los principios fundamentales con el fin de apoyar las actividades para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mediante la cooperación a nivel regional e internacional entre las naciones (estados parte), en materia de ciencia, tecnología e innovación. El tiempo es urgente y en concordancia con el plan estratégico del Gobierno del Estado de Durango actual para la implementación de los ODS, se busca a través de este proyecto con la experiencia docente compartida que los estudiantes de educación superior conozcan, asimilen y apliquen lo aprendido en educación para la sustentabilidad en su vida cotidiana de manera efectiva. Se ha detectado que la responsabilidad y respeto por el entorno son claves para trabajar con los

estudiantes en la aplicación efectiva de la Agenda 2030, previo conocimiento y asimilación proactiva de los docentes. Por lo que el interés principal es adaptar las nuevas tecnologías disponibles y capacitar en los contenidos adecuados en sistemas de enseñanza-aprendizaje híbridos para lograr educar a la juventud en una sustentabilidad proactiva en el ámbito local, regional y global; es decir, se busca que en todos los cursos educativos y las carreras profesionales se trabaje efectivamente la Agenda 2030. Previo a la pandemia se ha abordado la educación por la sustentabilidad y se ha buscado difundir y lograr uno o varios de los ODS. Ahora, en esta pandemia, se han usado diferentes plataformas y estrategias para seguir trabajando con la difusión y aplicación de los ODS. Se narra la experiencia del proyecto final "Ecocurso: ¡cuidado! extinción" con sus resultados y los alcances futuros, así como los retos que seguimos afrontando.

Composición y diversidad de especies leñosas regeneradas post-incendio en el matorral espinoso tamaulipeco

Composition and diversity of post-fire regenerated woody species in the Tamaulipan thornscrub

Joselyne Carranza-Treviño¹, Eduardo Alanís-Rodríguez^{2*}, Víctor Manuel Molina-Guerra^{2,3}

1 Estudiante de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Linares–Cd. Victoria km 145. Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

2 Profesor–Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares–Cd. Victoria km 145. Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

3 Área de Conservación e Investigación RENAC, S.A DE C.V, Perlitas 127, C.P. 67710. Fracc. Las Glorias, Linares, N. L. México.

* Autor para correspondencia: eduardoforestal@gmail.com

El fuego es un elemento de perturbación muy común en la mayoría de los ecosistemas terrestres y su presencia se refleja directamente en la estructura de los ecosistemas y composición de especies. En este estudio se evaluó la composición y diversidad de especies leñosas después de un mes de ocurrido un incendio en un área del matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. Se establecieron 10 sitios de muestreo de 20 × 10 m, dentro de los cuales se realizó un censo de todas las especies arbóreas y arbustivas. A cada individuo se le hicieron mediciones de diámetro de copa. Para cada especie se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI), calculado a partir de tres variables, abundancia de acuerdo con el número de árboles por hectárea ($N_{ha^{-1}}$), dominancia a través de la cobertura del área de copa ($m^2 ha^{-1}$) y frecuencia con base en su presencia

en los sitios de muestreo. Además, se calcularon el índice de diversidad de Shannon (H') y el índice de riqueza de Margalef (D_{MG}). La comunidad vegetal presenta una abundancia absoluta de 875 $N ha^{-1}$, y un área de copa de 665 $m^2 ha^{-1}$. Se registraron 10 especies, siendo *Senegalia greggii* y *Cordia boissieri* las que obtuvieron los mayores valores de índice de valor de importancia con 29.05 % y 18.39 % respectivamente. Para el índice de Margalef se obtuvo un valor de $D_{MG} = 1.74$ y para el de Shannon de $H' = 1.66$, lo cual indica una riqueza y diversidad intermedia para esta comunidad vegetal. Con lo anterior se aportan elementos cuantitativos y de comportamiento post-incendio de la vegetación arbórea y arbustiva de este ecosistema, sugiriendo que este tipo de vegetación presenta altos valores de regeneración.

Regeneración natural en un área reforestada de la Central Eléctrica Pesquería Techgen SA de CV

Natural regeneration in a reforested area of the Central Eléctrica Pesquería Techgen SA de CV

Ramiro Velázquez Rincón¹, Eduardo Alanís Rodríguez^{2*}, Juan Daniel Marín-Solis¹, Omar Humberto Fernández³, José Antonio Torres-Moreno³

1 Geoprospect S.A. de C.V. Carretera a la Concha S/N, Colonia San Felipe. Linares, Nuevo León, México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 145, 67700, Linares, Nuevo León, México.

3 Techgen S.A de C.V.- Central Eléctrica Pesquería.

* Autor para correspondencia: eduardoforestal@gmail.com

El matorral espinoso tamaulipeco es uno de los ecosistemas más degradados en el noreste de México. Una manera de recuperar la estructura de estos ecosistemas es la restauración activa, mediante la plantación de especies arbóreas y arbustivas nativas. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la regeneración natural de especies leñosas en un área reforestada en la Central Eléctrica Pesquería Techgen SA de CV. La reforestación se realizó con especies nativas en el año 2017. Durante cuatro años se realizaron actividades de mantenimiento de plantación, entre ellas la eliminación de herbáceas en el área para disminuir la competencia de espacio y agua. En el año 2021 se evaluó la regeneración natural de especies leñosas. Para determinar la diversidad de especies, con la información recabada se calcularon los índices de Margalef (D_{Mg})

y Shannon (H'). Se registraron 1,865 N ha⁻¹ pertenecientes a 25 especies, todas nativas. Las especies con mayor número de individuos fueron *Zanthoxylum fagara* (397 N ha⁻¹), *Vachellia rigidula* (369 N ha⁻¹), *Cercidicum macrum* (274 N ha⁻¹), *Cordia boissieri* (109 N ha⁻¹). El índice de Margalef obtuvo un valor de $D_{Mg} = 2.49$ y el de Shannon de $H' = 2.47$, lo cual indica una riqueza y diversidad intermedia-alta para esta comunidad vegetal. Los resultados de esta investigación indican que la plantación forestal de cuatro años genera condiciones favorables para la regeneración natural de especies leñosas nativas. Se recomienda seguir realizando la eliminación de herbáceas en el área para disminuir la competencia de espacio y agua, pero teniendo cuidado de no afectar la regeneración natural de especies leñosas.

Evaluación de reforestación de especies leñosas mediante inventarios forestales y vehículos aéreos no tripulados en un área restaurada del matorral espinoso tamaulipeco

Evaluation of reforestation of woody species through forest inventories and unmanned aerial vehicles in a restored area of the Tamaulipan thornscrub

Marlen Gutiérrez-Barrientos^{1*}, Ezequiel Hernández-Balderas¹, Xavier J. Pérez-Aguirre¹, Juan Daniel Marín-Solis¹, Omar Humberto Fernández², José Antonio Torres-Moreno², Eduardo Alanís-Rodríguez³, Enrique Buendía-Rodríguez⁴

1 Geoprospect S.A. de C.V. Carretera a la Concha S/N, Colonia San Felipe. Linares, Nuevo León, México. 2 Techgen S.A de C.V.- Central Eléctrica Pesquería. 3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 145, 67700, Linares, Nuevo León, México. 4 Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 13.5 Carretera los Reyes-Texcoco. 56250, Apartado Postal 10. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: marlen_gtz96@hotmail.com

El empleo de la teledetección para el análisis y gestión de la vegetación se encuentra limitado en cuanto a resolución espacial, espectral y temporal de las imágenes disponibles. El uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT) junto con los avances en el desarrollo de microsensores es una alternativa para valorar el estado fitosanitario y supervivencia de las plantas es a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), calculado a partir de imágenes multiespectrales de alta resolución. El objetivo de este estudio es evaluar la sobrevivencia y vigorosidad de 18523 plantas reforestadas en 11 lotes del matorral espinoso tamaulipeco, ubicados al sur de la Central Eléctrica Pesquería, Pesquería, Nuevo León, México. Se calculó el NDVI a partir de datos adquiridos con cámara multiespectral ALTUM Micasense de 6 sensores con una resolución de imagen de 3.25 cm² px acoplada en un Dron Wingtra, para el mes de diciembre 2020 y junio 2021.

Las imágenes obtenidas se procesaron en el software Pix4d. Los resultados se clasificaron en cuatro categorías (malo, regular, bueno, excelente) de acuerdo con su vigor y estado fitosanitario, en diciembre la categoría más dominante se encontraba con vigor regular del 64.7 %, en malo un 12.7 %, en bueno 20.84 %, excelente 1.7 % y en junio los resultados obtenidos muestran que la vigorosidad de las plantas mejoró y se encuentran con un mayor porcentaje del 61.6 % en la categoría excelente, en malo 1.8 %, regular 13.3 %, bueno 23.19 %, los datos obtenidos se almacenan de manera digital en mapas y tablas. El uso de imágenes de VANT para el cálculo de índices de vegetación nos permite obtener información valiosa que se puede aprovechar para emprender acciones correctivas en las plantas, basadas en la detección temprana de problemas, reducción de tiempo, obtención de información en tiempo real.

Cualidades morfológicas de especies vegetales como criterio para su selección en la bioingeniería de suelos en un bosque en Japón

Morphological characteristics of vegetation species as selection criteria for soil bioengineering in a Japan forest

Laura Sánchez-Castillo^{1*}, Edmar Melendez-Jaramillo², Miguel Ángel Pequeño-Ledezma³, Rafael Delgado-Martínez¹, Hideaki Mizuno⁴, Tetsuya Kubota⁴

1 Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas.

2 Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Cd. Victoria, Tamaulipas.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León.

4 Facultad de Agricultura, Universidad de Kyushu, Japón.

* Autor para correspondencia: laura.sanchez@uat.edu.mx

La bioingeniería de suelos es el uso de las plantas como elementos estructurales para reparar laderas forestales y proteger el suelo. La selección de las especies de plantas como elementos óptimos de bioingeniería de suelos es un paso crucial y difícil de tomar. El estudio de la relación de las características morfológicas puede servir como una herramienta para seleccionar una especie óptima para este propósito. El objetivo del estudio es cuantificar las características morfológicas por debajo y arriba del suelo de especies de plantas y establecer la relación para su adecuado uso como elemento de bioingeniería de suelos. Las características morfológicas cuantificadas incluyeron: altura del tallo, largo de raíz, masa de la planta, diámetro de la raíz, número de raíces y anclaje de la

planta. Las características morfológicas con gran relación al anclaje de las plantas fueron diferentes entre las especies: *Carpesium abrotanoides* y *Plantago asiatica*: masa de la planta *Boehmeria spicata*: número de raíces, mientras que para *Carex lanceolata* fue el largo de raíz y para *Rubus minusculus* fue el diámetro de raíz. Los resultados del análisis indicaron que el anclaje y la masa de la planta de los especímenes fueron factores importantes para determinar la estabilidad de la planta como componente de bioingeniería de suelos. La recomendación de especies para el área de estudio se situó en *Carex lanceolata* como un buen candidato y *Plantago asiatica* como altamente recomendable para usar en el área de estudio.

Diferenciación del hábitat de encinos a lo largo de gradientes altitudinales

Differentiation of oaks habitat along altitudinal gradients

Liliana E. Rubio-Licona^{1*}, J. Jesús Vargas-Hernández¹, Armando Gómez-Guerrero¹, Oswaldo Téllez-Valdés², Gregorio Ángeles-Pérez¹, Teresa M. Terrazas-Salgado³

1 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales, Texcoco, Estado de México, México.

2 Facultad de Estudios Superiores Iztacala (UNAM), Tlalnepantla, Estado de México, México.

3 Instituto de Biología (UNAM), Departamento de Botánica, Coyoacán, CDMX, México.

* Autor para correspondencia: l.rubiolicona@gmail.com

Comprender cuáles factores ambientales influyen en la distribución de las especies y en su ensamble dentro de las comunidades, es uno de los principales desafíos de la ecología (Tilman, 1982). A nivel regional, la distribución del género *Quercus* se relaciona principalmente con la temperatura y precipitación (Aguilar-Romero et al., 2016). A nivel local, su distribución puede estar relacionada con la variación de factores como agua y nutrientes. El objetivo del trabajo fue analizar la distribución de siete especies de encino a lo largo de gradientes altitudinales, en relación a las características abióticas de los sitios. El estudio se llevó a cabo en dos comunidades de bosque de encino en las que se definieron pisos altitudinales de 100 m s.n.m. Se establecieron tres sitios de muestreo por piso, teniendo así 33 sitios de estudio; 18 en Sierra Las Ánimas, Chapa de Mota (2,500 a 3,000 m s.n.m.) y 13 en Sierra Alcaparrosa,

Tepotzotlán y Coyotepec (2,400 a 2,800 m s.n.m.), en el Estado de México. En cada sitio se obtuvieron datos de 19 variables bioclimáticas, se analizaron muestras de suelo y se registró altitud, orientación y pendiente. Además, se censaron y midieron todos los árboles de diámetro normal ≥ 5 cm. El análisis de agrupamiento del valor de importancia de las especies permitió identificar, en cada comunidad, al menos tres asociaciones a lo largo del gradiente. La mayor proporción de la variabilidad ambiental está explicada por las variables climáticas. Sin embargo, en Sierra Alcaparrosa las más importantes son las de precipitación, mientras que en Sierra Las Ánimas lo son las de temperatura. Se observaron algunos patrones en la distribución de las especies de encino respecto a las características abióticas. Por ejemplo, *Quercus laurina* habita a partir de los 2,700 m s.n.m., en sitios húmedos, inclinados y con la mayor cantidad de materia orgánica.

Distribución y diversidad de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco en el estado de Chihuahua

Distribution and diversity of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco in Chihuahua State

Emanuel Molina-Marchan¹, Raúl Narváez-Flores¹, Aldo Saúl Mojica-Guerrero²

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad de Chihuahua, Delicias, Chihuahua, México.

² Prestador de Servicios Técnicos, Chihuahua, Chihuahua, México.

* Autor para correspondencia: a301417@uach.mx

Pseudotsuga menziesii es una especie boreal que en México se encuentra en la categoría "sujeta a protección especial" NOM-059-SEMARNAT-2010. Con base en el Inventario Forestal y de Suelo 2013 y la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de Chihuahua escala 1:50000 de Gobierno del estado de Chihuahua 2013, se generó un mapa estatal de la distribución de esta conífera y se estimó la superficie que ocupan por municipio. Asimismo, se seleccionaron 11 localidades representativas de *Pseudotsuga* y a través de la información de los conglomerados del Inventario Nacional Forestal que constan de cuatro sitios de 400 m², se obtuvo su riqueza y diversidad por medio del índice de Shannon-Wiener (H'). Los resultados muestran que *Pseudotsuga* dentro de Chihuahua se distribuye principalmente en las partes altas de la Sierra Madre Occidental en una superficie aproximada de 16,275.27 ha que representan el 0.23 % de los bosques

templados del Estado, el municipio con mayor superficie fue Guadalupe y Calvo con 9,481.44 ha; la riqueza total de especies de los 11 rodales fue de 21, con un valor mínimo de 4 y un máximo de 11, está conífera se encuentra asociada principalmente con *Pinus strobiformis*, *Pinus arizonica*, *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*, en lugares más fríos y húmedos convive también con *Picea* y *Abies*. Los valores obtenidos de $H' \leq 2$ indican una baja diversidad del estrato arbóreo. Sin embargo, estos bosques se consideran de alto valor de conservación por estar frecuentemente asociada a otras especies en estatus, por habitar a grandes altitudes en pendientes fuertes y también algunos de sus rodales son remanentes de bosques viejos que albergan una gran diversidad de flora y fauna. El presente trabajo permitirá hacer un mejor manejo y conservación de estos bosques en el Estado.

Ensayos de métodos de propagación en vivero de *Baccharis conferta* y *Eupatorium glabratum* como plantas nodriza, para mejorar la sobrevivencia de reforestaciones con *Abies religiosa* en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca

Trials of propagation methods in the nursery of *Baccharis conferta* and *Eupatorium glabratum* as nurse plants, to improve the survival of reforestations with *Abies religiosa* in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve

Adanely Jiménez-Villegas²; Esmeralda Navarro-Miranda¹; Cuauhtémoc Sáenz-Romero¹⁻³, Patricia Delgado-Valerio², Mariela Gómez-Romero³, Martha E. Pedraza-Santos², J. Jesús García-Magaña²

1 Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

2 Facultad de Agrobiología, UMSNH, Uruapan, Michoacán, México.

3 Facultad de Biología, UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

4 Cátedras CONACyT.

El papel que juegan las plantas nodrizas representa un proceso ecológico común en la naturaleza; siendo ésta una interacción en la que una especie en particular se beneficia de la presencia de otra especie. *Baccharis conferta* Kunth, *Eupatorium glabratum* (arbustos) y *Abies religiosa* (árbol) son especies comunes que conviven en las montañas del Eje Neovolcánico de México, en donde ésta última se beneficia (en su etapa de plántula) de la preexistencia de las dos primeras. Con el fin de conocer si *B. conferta* y *E. glabratum* se pueden reproducir en vivero, esta investigación evaluó la viabilidad de métodos de propagación asexual (enraizamiento de estacas de rama) y sexual (semillas), y la supervivencia y crecimiento de plántulas propagadas. Después de tomar registros durante ocho meses, encontramos que la supervivencia de *E. glabratum* originada de

semilla es muy buena (99.9 %). La capacidad de prendimiento de estacas de ramas enraizadas de *B. conferta* fue muy aceptable (70.2 % de prendimiento). El sustrato mezcla que consiste en suelo de arrastre ("polvilla") con materia orgánica molida, fue muy superior al sustrato comercial Vigoro (altura de planta promedio a los 3 meses: 6 cm y 2 cm, respectivamente). Se sugiere usar preferentemente el sustrato con polvilla. Es factible propagar sexualmente (mediante semilla) y asexualmente (mediante enraizamiento de estacas) individuos de *Eupatorium glabratum* y *Baccharis conferta* en vivero. Estos resultados sugieren que es factible la reproducción en viveros para su uso en restauración ecológica, con el fin de plantar primero los arbustos (tal vez con dos años de anticipación) antes que realizar las reforestaciones con oyamel.

Palabras clave: *Baccharis conferta*, *Eupatorium glabratum*, planta nodriza, propagación vegetativa, propagación por semilla.

Potencial hídrico xilemático en tres especies arbustivas nativas del Noreste de México

Xylem water potential in three native browse species from Northeastern Mexico

M. González Delgado^{1*}, L. Rocha Domínguez², H. González Rodríguez², R. Foroughbakhch Pournavab³, S. Moreno Limón³

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Monterrey, N.L., C.P. 66062, Mexico.

2 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Apartado Postal 41, Linares N. L., C. P. 67700, México.

3 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, N.L., C.P. 66451 México.

* Autor para correspondencia: solymar289@gmail.com

El déficit hídrico es un factor limitante para la vegetación del noreste de México, el presente trabajo se enfocó a estudiar de manera estacional el potencial hídrico del xilema, en tres especies nativas del matorral desértico micrófilo: *Condalia warnockii*, *Flourensia cernua* y *Larrea tridentata*. El estudio se realizó bajo condiciones de campo en la comunidad vegetal denominada matorral desértico micrófilo. El potencial xilemático al pre-amanecer como al mediodía se determinó a intervalos de 15 días entre Junio a Noviembre del 2020. Los resultados indicaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las especies en el potencial hídrico tanto al pre-amanecer como al mediodía. Durante el periodo de investigación, en general el potencial

hídrico del xilema al pre-amanecer osciló de -1.13 MPa a -4.27 MPa (*C. warnockii*) mientras que al mediodía fluctuó de -1.46 MPa (*L. tridentata*) a -3.75 MPa (*C. warnockii*). Respecto al contenido de humedad del suelo para la profundidad 0-10 cm más seca registrada fue del 4 de Noviembre de 0.001 kg kg^{-1} , lo cual se corrobora con el potencial hídrico al pre-amanecer (valores de -2.64, -3.10 y -3.24 MPa) y el potencial hídrico al mediodía (valores de -3.04, -3.34 y -3.56 MPa, respectivamente). Lo que muestra que las especies *F. cernua* y *L. tridentata* tienden a evitar la deshidratación a bajos contenidos de humedad, mientras que la especie *C. warnockii*, parece ser más susceptible a los cambios de humedad en el suelo.

Potencial de reproducción ex-situ de *Chamaedorea metallica* como recurso forestal no maderable

Potential for ex-situ reproduction of *Chamaedorea metallica* non-timber forest resource

Marian Teresa Jiménez Zarate¹, Gisela Virginia Campos Angeles^{2*}, Gerardo Rodríguez Ortiz², José Raymundo Enríquez del Valle², Vicente Arturo Velasco Velasco²

1. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Programa de Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas.

2. Profesor(a) investigador(a) Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

* Autor para correspondencia: gisela.ca@voaxaca.tecnm.mx

El análisis de calidad de semillas determina factores que pueden afectar a un lote o muestras de semillas. El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad física de un lote de semillas de la especie *Chamaedorea metallica* colectadas en dos periodos de fructificación; del mes de marzo a septiembre del 2018 y del mes de febrero y hasta abril del 2019; fueron colectaron de plantas madre de *Chamaedorea metallica* del jardín Ye'tsil en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Los frutos presentaban coloración morado púrpura en el exocarpio; fueron sometidas a un proceso de limpieza para obtener las semillas, el cual consistió en remojar los frutos en agua durante 48 horas, posteriormente se lavaron con agua corriente hasta que el mesocarpio

se desprendía completamente. Las semillas se pusieron a secar bajo sombra durante cinco días en papel bond. Se realizó un análisis de acuerdo con los parámetros mínimos que menciona la International Seed Testing Association (ISTA). Se obtuvieron datos de porcentaje de pureza, peso, número de semillas por kg⁻¹ y contenido de humedad. Los datos obtenidos del análisis físico difirieron en ambos años obteniéndose los mejores resultados en contenido de humedad y peso en las semillas colectadas en el año 2019. Se concluye que las semillas de las plantas madre de *Chamaedorea metallica* son de buena calidad; que el periodo de colecta y el tiempo del fruto en planta influyen en la calidad de las mismas.

Conservación del bosque tropical caducifolio mediante el uso de la diversidad de especies arbóreas y arbustivas

Conservation of tropical deciduous forest through the use of diversity of three and shrub species

María Leonor Román Miranda^{1*}, Antonio Mora Santacruz¹, Agustín Gallegos-Rodríguez¹, Efrén Hernández-Alvarez¹, Marco Antonio Martínez Colin¹

¹ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: maria.roman@academicos.udg.mx

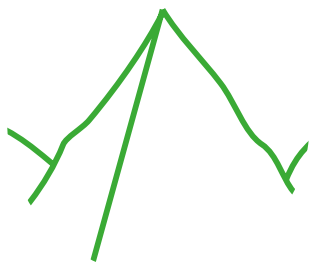
El bosque tropical caducifolio (BTC), es uno de los ecosistemas de mayor distribución en el país. Desde el punto de vista biológico es de gran interés, por la diversidad de flora y fauna que en él habitan. Sin embargo, es uno de los ecosistemas más amenazados por la deforestación y actividades antropogénicas, donde se pierden especies que aún no han sido identificadas y que pueden ser recursos invaluable para las comunidades rurales. Por lo que el objetivo de este estudio, fue identificar especies arbóreas del BTC, para un manejo sustentable que garantice su conservación. El trabajo se realizó en el estado de Colima, utilizando cartas topográficas para delimitar el tipo de vegetación, recorridos de campo, revisiones de literatura y de ejemplares de herbario. La diversidad del componente arbóreo incluye 447 especies en 242 géneros y 69 familias botánicas. Destacándose Fabaceae con 42 géneros y 100 especies, le siguen en importancia Euphorbiaceae, Malvaceae, Asteraceae y Burseraceae con 38, 36, 23 y 22 taxones respectivamente. Se resalta

el género *Bursera* con el mayor número de especies registradas con 21. Por usos, el maderable (que incluye aserrío, construcción, postes, leña y artesanías), Fabaceae sobresale por el número de especies, entre ellas: *Enterolobium cyclocarpum*, *Caesalpinia platyloba*, *C. sclerocarpa* y *Erythrina americana*; de otras familias: *Cedrela odorata*, *Hura polyandra*, *Pirahanea mexicana*, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*; por su uso medicinal: *Amphipterygium adstringens* y *Haematoxylum brasiletto*; como fijadoras de nitrógeno y fuente de forraje con alto contenido de proteína *Leucaena* spp., y *Gliricidia sepium*; frutos comestibles: *Jacaratia mexicana*, *Pithecellobium dulce* y *Spondias* spp. Se concluye la importancia y diversidad de especies en el BTC, muchas de ellas son de uso múltiple, las cuales pueden ser una opción para la restauración ecológica y reforestación, para que las generaciones futuras, puedan disponer de estos recursos de manera sustentable y valoren, la biodiversidad de este ecosistema.



CAPÍTULO III

Dendroenergía y Plantaciones Forestales



La Mesa Temática de Dendroenergía y Plantaciones Forestales están presentes dos tópicos centrales en el manejo de los recursos forestales, como son la dendroenergía y las plantaciones forestales, nos permite compartir y publicar resultados de investigaciones científicas y nuevas prácticas profesionales desarrolladas por investigadores, prestadores de servicios técnicos, y estudiantes de las ciencias forestales.

La dendroenergía, que deriva de biocombustibles primarios y secundarios, provenientes de los bosques, plantaciones y vegetación de terrenos forestales, es la primera fuente energética de la humanidad y la energía renovable más importante a nivel mundial. Igualmente, es viable desde el punto de vista social ya que es una fuente de energía sin efectos en el clima. Asimismo, las plantaciones forestales que entre otros beneficios disminuyen la presión antropogénica en los bosques, abastecen de materias primas a la industria forestal y aportan servicios ambientales como pueden ser la captura de carbono, aportación de recursos económicos y fuentes de empleo rural.

En esta Mesa Temática se presentan doce trabajos de investigación que abarcan temas torales en el manejo de los recursos forestales, y divididos en:

- El establecimiento y manejo de plantaciones forestales; con la rentabilidad de viveros forestales certificados, el efecto del tipo de roturación de terreno en la supervivencia y crecimiento de plantaciones, la supervivencia y desarrollo de incrementos en reforestaciones y plantaciones forestales comerciales, así como estudios sobre la calidad de madera en plantaciones de coníferas.

- La dendroenergía y su materia prima; el uso de la biomasa con fines bioenergéticos, análisis químico de biomasa para uso bioenergético, la evaluación de residuos maderables de plantaciones como recurso energético para materiales densificados, la composición química del aserrín de *Pinus* spp. para uso bioenergético, el análisis químico de madera y residuos lignocelulósicos provenientes de empresas de la industria forestal establecidas en los Estados de Quintana Roo, Durango, Sonora y Veracruz, así como la caracterización de bioaceite de *Pinus duranguensis* para producir hidrógeno con captura de CO₂.

Importante es señalar que aún con la pandemia del coronavirus, la Universidad de Guadalajara y la SOMEREFO tomaron el liderazgo e innovación para desarrollar en formato digital el Congreso y así poder compartir como cada dos años, y estar a la altura de las circunstancias. También que los trabajos presentados incluyen investigación básica y aplicada, desarrollados por la academia en vinculación con productores particulares y ejidatarios. Lo anterior ratifica que el XV Congreso Mexicano de Recursos Forestales, Guadalajara 2021 fomenta y hace realidad lo que su lema manifiesta:

“La gestión eficiente de los recursos forestales: reto y oportunidad de todos”.

Dr. Efrén Hernández Álvarez

Comparación del crecimiento en diámetro basal de *Pinus durangensis* entre una plantación y regeneración natural en Durango, México

Comparison of growth in basal diameter of *Pinus durangensis* between a plantation and natural regeneration in Durango, Mexico

Jesús Alejandro Soto-Cervantes¹, Alberto Pérez-Luna^{2*}, Eusebio Montiel-Antuna³, Pedro Antonio Domínguez-Calleros³, Emily García-Montiel³

1 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

2 Academia de Física, Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios Número 89, Dirección General de Educación Media Superior, Durango, Durango México.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: aperez@ujed.mx

Las plantaciones forestales y los bosques naturales son reservorios eficientes para capturar CO₂, disminuir la concentración de gases de efecto invernadero, mitigar el calentamiento global, además de brindar bienes y servicios para el desarrollo de la sociedad. Los objetivos de este estudio fueron comparar el incremento en diámetro basal (DB), la estimación del incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA) de *Pinus durangensis* Martínez en árboles de una plantación joven (ocho años) establecida después de una matarrasa y árboles regenerados naturalmente en un rodal sujeto a corta de regeneración (nueve años). Se levantó información dasométrica de 32 sitios de 100 m² distribuidos completamente al azar en la matarrasa y corta de regeneración. En cada sitio se derribó un árbol, eligiéndolo según su diámetro moda. De cada árbol se obtuvo una rodaja de la base del tocón. El ancho de los anillos de crecimiento se

midió con un estereomicroscopio con precisión en micrómetros (µm). El análisis de varianza (ANOVA) indicó que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el incremento en DB en todos los años de crecimiento a excepción del año uno y siete, presentando mejores incrementos la plantación. El DB fue de 1.15 cm y 0.85 cm en promedio en la plantación y la regeneración natural, respectivamente. Los mayores incrementos en DB para la plantación y la regeneración se encontraron en el quinto y séptimo año, con incrementos de 1.66 cm y 1.11 cm, respectivamente. Las líneas del ICA y del IMA no se interceptan en ninguna de las estimaciones de la plantación y regeneración natural. El estudio revela que las plantaciones forestales se pueden establecer con éxito en áreas con matarrasa en los bosques de Durango, México, favoreciendo al aumento de la producción de madera, entre otros servicios ecosistémicos.

Supervivencia de plantaciones forestales comerciales en el Ejido El Regocijo, Durango

Survival of commercial forest plantations in Ejido El Regocijo, Durango

Rosa Elvira Madrid-Aispuro¹, Jesús Alejandro Soto-Cervantes¹, Alberto Pérez-Luna^{1*}

¹ Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: aperez@ujed.mx

Las plantaciones forestales comerciales (PFC) tienen como objetivo abastecer productos maderables y no maderables a la industria forestal. El objetivo de este estudio fue evaluar la supervivencia, el crecimiento en altura y diámetro, así como documentar las principales causas de mortalidad en PFC establecidas en 13 predios ejidales pertenecientes al Ejido el Regocijo, del municipio de Durango, Durango. La preparación del terreno se realizó entre abril y mayo de 2014; el terreno se roturó con un tractor agrícola de 380 HP, usando como implemento una rastra Savannah. La roturación promedio alcanzada fue de 60 cm. La plantación se realizó entre julio y agosto de 2014, con las especies *Pinus engelmannii* Carr. y *Pinus cooperi* Blanco. En total se establecieron 93 ha con una densidad de 1250 plantas ha⁻¹. Se evaluó la supervivencia, el crecimiento en altura y diámetro a los seis meses de plantado con una prueba de medias apareadas t de Student. La

supervivencia general fue de 79.3 % a los especie; la mayor supervivencia se obtuvo con *Pinus engelmannii* con 88.9 %, mientras que la seis meses de plantado. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la supervivencia por supervivencia de las plantas de *Pinus cooperi* fue de 69.7 %. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al crecimiento en altura: 10.9 cm en *Pinus engelmannii* y 11.6 en *Pinus cooperi*. Se encontraron diferencias significativas con respecto al crecimiento en diámetro, obteniendo un diámetro promedio de 0.85 cm en *Pinus engelmannii* y 0.44 cm en *Pinus cooperi*. Las principales causas de mortalidad observadas fueron por pastoreo (37 %), inundación (28 %), ataque de *Phyllophaga* spp. y fauna nociva (11 %), mala plantación (7 %) y por causas no identificadas (17 %). Se concluye que el establecimiento de PFC son proyectos viables para el desarrollo forestal del Ejido el Regocijo.

Uso de la biomasa con fines bioenergéticos, en la comunidad de San Sebastián, Coatlán, Miahuatlán, Oaxaca

Use of biomass for bioenergy purposes in the community of San Sebastian, Coatlan, Miahuatlan, Oaxaca

María Elena Jiménez-Mendoza^{1*}, Faustino Ruiz-Aquino², Ciro Aquino-Vásquez², Waldo Santiago-Juárez² y Mario Enrique Fuente-Carrasco²

1 Ingeniería Forestal, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

2 Instituto de Estudios Ambientales, División de Estudios de Posgrado, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: mejmforestal@gmail.com

En diversas comunidades de México, la madera cumple una función importante como fuente de energía, sin embargo, se carece de información sobre la idoneidad energética de las especies. El estudio se realizó en el municipio de San Sebastián Coatlán, Miahuatlán, Oaxaca. El objetivo de la investigación se orientó a evaluar la calidad energética de las principales especies con potencial para la producción de bioenergía en dicha comunidad. Para ello se realizó una encuesta semiestructurada por el método bola de nieve para obtener datos de las principales especies que funcionan como biocombustible y se realizó la caracterización energética de estas especies de acuerdo a las normas ASTM. Entre los principales resultados se destaca que el 40 % de los entrevistados usan exclusivamente leña, mientras que el restante 60 % utiliza leña en combinación

con gas LP (Licuado del Petróleo). Se obtuvo un total de 12 especies que se utilizan como combustible, las de mayor frecuencia son: *Quercus laurina* con un 22 %, *Quercus glaucoides* con un 18 % y *Quercus resinosa* con 17 %. En cuanto a las variables dendroenergéticas, la materia volátil varió en un rango de 76.60 a 86.16 %; referente al carbono fijo se obtuvo una variación de 12.48 a 21.27 %; en tanto que el poder calorífico superior se obtuvo en un rango de 19.53 a 21.06 MJ Kg⁻¹. Se analizó la correlación de Pearson, de las 12 especies estudiadas y se obtuvo una correlación negativa para dos variables (carbono fijo y contenido de volátiles) con $r=-0.943$. Con base en lo anterior, se concluye que las 12 especies tienen potencial para su aprovechamiento como combustible y se recomienda su inclusión en programas de manejo orientados a la producción de dendroenergía.

Análisis químico de diferentes tipos de biomasa lignocelulósica para uso bioenergético

Chemical analysis of different types of lignocellulosic biomass for bioenergetic use

Julia Montserrat Gutiérrez-Acosta¹, Luis Fernando Pintor-Ibarra¹, Nicolás González-Ortega¹, José Guadalupe Rutiaga-Quñones^{1*}

¹ Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Edificio "D", Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Fco. J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C. P. 58040, México.

* Autor para correspondencia: rutiaga@umich.mx

En el proceso de la transformación primaria de la madera y en las huertas de árboles frutales se generan residuos lignocelulósicos, que por lo general no tienen un uso definido en México, salvo en algunos casos pueden tener uso local. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química básica de los residuos maderables de latifoliadas en seis empresas de la industria forestal en los Estados de Quintana Roo (*Swartzia cubensis*, *Lysiloma latisiliquum*, *Caesalpinia platyloba*, *Manilkara zapota*, *Swietenia macrophylla*), Durango (*Quercus* spp.), Sonora (*Olneya tesota*). Además, la biomasa de los huertos de árboles frutales

(ramas de lima persa, hojas de lima persa, ramas de naranja) y cáscaras de limón, recolectadas en el estado de Veracruz. En las muestras de biomasa se evaluó el pH, los porcentajes de cenizas, sustancias extraíbles, holocelulosa, lignina Runkel y poder calorífico. Los resultados variaron de la siguiente manera: pH 5.1-7.3, cenizas 0.4-6.3 %, sustancias extraíbles totales 8.2-35.0 %, holocelulosa 45.4-70.6 %, lignina Runkel 3.9-25.4 %, y poder calorífico de 19.8-21.7 MJ/kg. Se concluye que las propiedades químicas y el poder calorífico, de los residuos estudiados presentan potencial para uso local como biocombustibles sólidos.

Sobre la composición química de aserrín de *Pinus* spp. para uso bioenergético

On the chemical composition of *Pinus* spp. sawdust for bioenergetic use

Jonathan Sergio Chávez-Rosales¹, Luis Fernando Pintor-Ibarra¹, Nicolás González-Ortega¹, José Guadalupe Rutiaga-Quiñones^{1*}

¹ Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Edificio "D", Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Fco. J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C. P. 58040, México.

* Autor para correspondencia: rutiaga@umich.mx

Debido a la variación en la composición química de los diferentes materiales lignocelulósicos, es necesario llevar a cabo su caracterización con la finalidad de buscar usos domésticos o industriales. En este trabajo se determinó la composición química básica (pH, cenizas, sustancias extraíbles, holocelulosa, lignina Runkel) y el poder calorífico de 19 muestras de aserrín de pino procedentes de diferentes industrias forestales ubicadas en cinco

estados de la república mexicana: Chihuahua, Durango, Michoacán, Oaxaca y Nuevo León. Los resultados obtenidos variaron como sigue: pH 4.1-5.3, cenizas 0.27-0.95 %, total de extraíbles 6.1-23.4 %, holocelulosa 60.1-70.4 %, lignina 20.5-25.8 %, y poder calorífico 20.1-21.0 MJ/kg. Con base a los resultados obtenidos, el aserrín caracterizado en este trabajo tiene potencial para obtener biocombustibles densificados.

Caracterización de bioaceite obtenido por pirólisis de la especie *P. durangensis* y análisis termodinámico para la producción de hidrógeno con captura de CO₂

Characterization of bio oil obtained by pyrolysis of *P. durangensis* and thermodynamic analysis for the hydrogen production with CO₂ capture

Cesar Jonathan Salinas Romero¹, Manuel Alejandro Martínez Leyva², Rene Homero Lara Castro², Hugo Ramírez Aldaba¹, Miguel Angel Escobedo Bretado^{2*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Río Papaloapan, Valle del Sur, Durango, Dgo., México.

² Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Veterinaria s/n, Circuito Universitario, Durango, Dgo., México.

* Autor para correspondencia: miguel.escobedo@ujed.mx

La biomasa forestal presenta un gran potencial como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Sin embargo, el conocimiento sobre las propiedades dendroenergéticas de las especies forestales es incipiente y por lo tanto su aprovechamiento para este fin es bajo. La biomasa forestal presenta características que dificultan el uso directo en sistemas de producción de energía (composición química, sólidos, materia volátil, ceniza y poder calorífico) en donde se busca alcanzar la máxima eficiencia, así como obtener productos químicos de uso industrial. Un producto de alto valor agregado que puede ser obtenido mediante pirólisis de biomasa es el bioaceite. Sin embargo, para proponer un sistema de reacción para procesar el bioaceite, es indispensable conocer las moléculas contenidas en el mismo. Debido a esto, el objetivo de este trabajo fue estudiar

la pirólisis de la especie. *Durangensis* utilizando análisis termogravimétrico (ATG) para obtener bioaceite, identificar las moléculas contenidas en el bioaceite mediante cromatografía de gases acoplada a espectroscopia de masas (GC/MS) y finalmente realizar un análisis termodinámico de las moléculas identificadas bajo el concepto de reformación de bioaceite mejorada con absorción de CO₂ para la producción de hidrógeno. Los resultados obtenidos de GC/MS permitieron identificar 160 compuestos contenidos en el bioaceite, mientras que el análisis termodinámico muestra que es posible obtener una máxima concentración de 96 % H₂, 2.1 %, 1.1 % y 0.7 % de CO₂, CO y CH₄, respectivamente. Estos datos presentan a la especie *Durangensis* como una fuente promisoría para la producción de hidrógeno.

Sobre la evaluación de residuos maderables de pino, como recurso energético para materiales densificados

On the evaluation of pine timber residues, as an energy resource for densified materials

Mario Morales-Máximo¹, Carlos Alberto García Bustamante², José Guadalupe Rutiaga-Quiñones^{1*}

1 Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 7 Edif. D, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

2 Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: rutiaga@umich.mx

Los residuos maderables de *Pinus* spp., resultan ser una excelente alternativa energética ante este cambio climático que vivimos actualmente, esta biomasa puede densificarse en biocombustibles de tipo sólido (briquetas y pellets) que pueden ser asequibles para la población mundial. El presente estudio muestra el recurso energético disponible en biomasa de aserrín de pino de una comunidad indígena en el estado de Michoacán. Los resultados encontrados en el diagnóstico realizado indican que la madera denominada duela es comúnmente utilizada con un promedio de 50.8 duelas a la semana con un gasto económico de \$40.89 USD, en una muestra de 50 artesanos seleccionados de forma aleatoria. La cantidad de aserrín generado de estos mismos 50 artesanos representa

aproximadamente de 1.94 PJ a 4.65 PJ de energía disponible en esa comunidad, con poder calorífico entre 17.0 MJ/kg y 18.3 MJ/kg. El análisis elemental varió como sigue: C=48.15 a 48.18 %, H=6.06 a 6.06 %, O=45.32 a 45.27 %, N=0.44 a 0.46 % y S=< 0.01 %. En lo que respecta a el análisis químico básico el contenido promedio de hemicelulosa varió de 10.68 a 12.89 %, celulosa de 52.68 a 52.82 %, lignina de 25.98 a 26.73 % y extraíbles de 7.69 a 10.51 %. En el microanálisis de cenizas, los mayores elementos inorgánicos encontrados son Na, K, Mg, Mg, Zn y P. Por último, el análisis multicriterio comparativo con una especie de *Quercus* indica que la utilización de residuos maderables de *Pinus* spp., es mejor en diferentes indicadores planteados.

Rentabilidad de viveros forestales certificados bajo la NMX-AA-170-SCFI-2016

Profitability of certified forest nurseries under the NMX-AA-170-SCFI-2016

Jesús Miguel Olivas-García^{1*}, Yajaida Judith Quiroz-Quintana¹, Javier Hernández-Salas¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza¹, María Elena Carrillo-Soltero¹, Concepción Luján-Álvarez¹, José Ciro Hernández-Díaz²

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestal, Universidad Autónoma de Chihuahua, Delicias, Chihuahua, México.

² Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: jolivas@uach.mx

La planta que se produce en los viveros forestales debe reunir características de calidad que contribuyan al éxito de las plantaciones comerciales y/o las reforestaciones. Con la finalidad de asegurar dicha calidad, en México se elaboraron y están utilizando las normas de aplicación voluntaria NMX-AA-169-SCFI-2016 y NMX-AA-170-SCFI-2016, las cuales plantean los lineamientos para la producción de semilla forestal y de planta de calidad, respectivamente. Una de las interrogantes de los viveristas a la entrada en vigor de dichas normas, fue si era atractivo desde el punto de vista económico certificar su vivero, ya que pudieran incurrir en costos adicionales a lo que tradicionalmente se vienen realizando. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la factibilidad económica y financiera de la producción de planta forestal de especies maderables en un vivero certificado bajo

la NMX-AA-170-SCFI-2016 en el estado de Chihuahua. Se utilizó información procedente de la Comisión Nacional Forestal, las Unidades de Manejo Forestal y los viveros forestales en el estado de Chihuahua, y, específicamente, como unidad piloto, la información obtenida en el vivero certificado "El Forestal", ubicado en Delicias, Chihuahua. Para la estimación de costos, Valor Actual Neto (VAN) y Relación Beneficio/Costo (B/C), se aplicó el Simulador de Costos de Producción de Planta en Vivero SIMCOVIV. Los resultados muestran que los indicadores financieros del vivero "El Forestal" son positivos, ya que el VAN es de \$2 217 707 y la relación B/C es de \$1.62, lo cual implica que, por cada peso invertido, se obtienen 62 centavos de beneficios totales. Por lo tanto, se concluye que, bajo la norma NMX-AA-170-SCFI-2016, sí es rentable la producción de plantas forestales.

Sobrevivencia y desarrollo de una reforestación en la comunidad San Pablo Atzompa, Metlatonoc, Guerrero

Survival and development of a reforestation in the San Pablo Atzompa community, Metlatonoc, Guerrero

Elvia Barrera Pantaleón^{1*}, Bernardo López López¹, Juan Manuel Río Camey¹, Marisa Silva Aparicio, Beatriz Calleja Peláez¹.

¹ Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, La Ciénega, Malinaltepec, Guerrero, México.

* Autor para correspondencia: barreraelvia1618@gmail.com

Ante la falta de seguimiento de los programas de reforestación y plantaciones forestales, resulta difícil conocer el desarrollo de las plántulas establecidas, el objetivo del presente trabajo fue determinar la sobrevivencia, desarrollo y estado fitosanitario de la reforestación establecida en 2013, en la comunidad de San Pablo Atzompa, Metlatonoc, Guerrero. Se establecieron 20 sitios circulares de 250 m² donde se evaluaron las siguientes variables: diámetro (cm), altura (cm), área basal (m²), sobrevivencia (%) y estado fitosanitario. Los datos recabados se sometieron a un ANOVA por área (A1 y A2) y pruebas de comparación de medias de Tukey por especie (Cup: *Cupresus lusitanica*, Pmz: *Pinus montezumae*, Pps: *Pinus pseudostrobus* y Poo: *Pinus oocarpa*), cuando los datos no cumplieron el supuesto de normalidad se aplicó la prueba de comparación de medias de rango de

Kruskal-Wallis; finalmente se realizaron correlaciones de Pearson entre las variables dasométricas. La sobrevivencia de la reforestación fue de 76.5 % (850 árboles ha⁻¹), el análisis de las variables dasométricas por área y por especie no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$), aunque numéricamente Poo destacó en el desarrollo en diámetro 5.261 cm y área basal 0.0024 m², Cup evidencio mejor correlación entre las variables dasométricas ($R = 0.77$ a 0.97) y para la altura 1.61 m; para el estado fitosanitario A1 registró el mayor porcentaje de plantas enfermas (48 %), mientras A2 solamente registró el (8 %) con diferencias significativas acorde a la prueba de comparación de medias de rangos de Kruskal-Wallis ($p = 0.001$). Se concluye que el estado fitosanitario en A1 puede ser un factor que comprometa el desarrollo de las especies en el corto y mediano plazo.

Efecto del tipo de roturación de terreno en la supervivencia y crecimiento de plantaciones forestales en Durango, México

Effect of the type of land clearing in the survival and growth of forest plantations in Durango, México

Alberto Pérez-Luna¹, Rosa Elvira Madrid-Aispuro¹, Jesús Alejandro Soto-Cervantes^{1*}

¹ Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: alejandro.soto@ujed.mx

Las plantaciones forestales comerciales (PFC) tienen como objetivo impulsar el desarrollo económico del sector forestal al brindar materia prima para satisfacer la demanda de productos maderables y no maderables, además de disminuir la presión ejercida sobre los bosques naturales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la supervivencia y crecimiento de PFC de *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. var. *greggii* establecidas en parcelas con diferente preparación de terreno en el Ejido San Atenógenes, municipio de Poanas, Durango. Se establecieron 20 ha de plantación en terreno preparado con implementos agrícolas tradicionales (arado y subsuelo) y 38 ha con tractor de 380 hp y rastra Savannah. La roturación del terreno se realizó en mayo de 2016, y la plantación fue establecida entre julio y agosto del mismo año a una densidad de 1250 plantas ha⁻¹. A cada planta se le agregó 10 g de fertilizante de lenta liberación (seis meses) con

concentración 18-6-12 (N-P-K). La supervivencia y el crecimiento en altura y diámetro se evaluó al año de plantado. Los resultados de supervivencia y crecimiento se compararon con la prueba de medias de t de Student. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la supervivencia entre los dos tipos de plantación: 27.8 % en el terreno con roturación agrícola tradicional y 48.3 % en el terreno roturado con rastra Savannah. El crecimiento en altura y diámetro mostró diferencias estadísticas significativas, pues se observó un crecimiento de 29.5 cm en altura y 1.51 cm en diámetro en la plantación establecida en el terreno con roturación agrícola convencional, y un crecimiento de 42.5 cm y 1.99 cm en altura y diámetro, respectivamente, en la plantación establecida en el terreno roturado con rastra Savannah. Se concluye que el uso de rastra Savannah favorece a la supervivencia y el crecimiento de plantaciones de *Pinus greggii* var. *greggii*.

Palabras clave: *Pinus greggii* var. *greggii*, rastra Savannah, plantaciones forestales comerciales, preparación de terrenos.

Estimación de la densidad básica de la madera de *Pinus greggii* Engelm en una plantación del Campo Experimental Sierra de Arteaga (CAESA), Coahuila

Estimation of wood density in a *Pinus greggii* Engelm plantation in the Sierra de Arteaga Experimental Field (CAESA), Coahuila

María de Lourdes Gómez-Ruiz¹, Genaro Esteban García-Mosqueda^{1*}, Eladio Heriberto Cornejo-Oviedo¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, departamento forestal, Buenavista, Saltillo Coahuila.

* Autor para correspondencia: gegrho2003@gmail.com

El objetivo del estudio fue determinar si existe variación en la densidad básica de la madera en tres alturas (base, diámetro normal y fuste limpio) de *Pinus greggii* Engelm provenientes de una plantación de 27 años de edad en Arteaga, Coahuila. Se extrajeron probetas de 18 árboles con tamaños irregulares tomando en cuenta la posición (norte o sur) a tres alturas diferentes del fuste. Para la estimación de la densidad básica se utilizó la metodología indicada en la norma D2395-02 de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales. (ASTM) sobre técnicas de volumen y peso específico. Los datos se analizaron de acuerdo a un diseño experimental completamente aleatorio y una comparación de medias con un $\alpha=0.05$. Resultando la densidad básica de la madera $=0.434 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, para el diámetro normal $= 0.426 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y fuste limpio $= 0.414 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. El análisis de

varianza indica un valor de significancia para F de 0.037 por lo tanto se rechaza la H_0 ya que existe diferencia significativa de la densidad básica de la madera con respecto a las tres diferentes alturas. Mediante prueba de comparación de medias HSD de Tukey ($\alpha > 0.29$) y Scheffé ($\alpha > 0.39$), se identificó que entre las alturas a la base y fuste limpio se presenta la diferencia estadísticamente significativa de la densidad. Se concluye que la densidad básica de la madera para *Pinus greggii* Engelm presenta una variación en el eje axial de árboles de la misma edad, la cual disminuye de la base ($=0.434 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) hacia la copa ($= 0.414 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) siendo esta estadísticamente significativa entre la densidad de la base y a la altura del fuste limpio, para una plantación de 27 años. Lo cual es relevante ya que la densidad básica es considerada como un indicador de calidad de la madera.

Evaluación del crecimiento inicial de primavera de una plantación de *Pinus eldarica* Mill. en Delicias, Chihuahua, México

Evaluation of the initial spring growth of a *Pinus eldarica* Mill. plantation in Delicias, Chihuahua, Mexico

Javier Hernández-Salas^{1*}, Jesús Miguel Olivas-García¹, Concepción Luján-Álvarez¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza¹, Joel Rascón-Solano¹, Samuel Alberto García-García¹

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

* Autor para correspondencia: jhernans@uach.mx

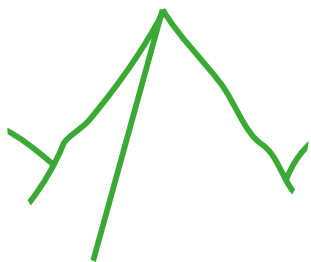
Se evaluó el crecimiento inicial de primavera en la altura en árboles de una plantación de *Pinus eldarica* Mill., así como diámetro a la base, altura e índices de supervivencia, sanidad en arbolado y vigor, de una plantación con fines didácticos y de investigación, en el municipio de Delicias, Chihuahua. Se consideraron tres edades distintas correspondientes a igual número de fechas de plantación. Se midió el crecimiento meristemático de la rama líder (cm) correspondiente al año 2021. También se midió el diámetro (cm) a la altura de 0.30 m sobre el suelo y la altura total del árbol. Se realizaron análisis de varianza para estas tres variables, a un nivel de significancia de 0.05, para comparar los promedios de los mismos

y determinar la posible existencia de diferencia estadística. En el crecimiento promedio longitudinal del meristemo terminal, de arbolado de las distintas edades, no hubo diferencia estadística significativa ($p=0.390$). Respecto a las variables diámetro a la base y altura total del árbol se registraron diferencias estadísticas significativas ($p=0.000$ en ambas). El crecimiento promedio del meristemo terminal fue de 17.93 cm, en tanto el diámetro promedio a la base fue 2.81 cm y la altura promedio de 1.86 m, en el arbolado muestreado. Se concluye, que el incremento en altura del arbolado de esta especie, en la plantación estudiada, no está relacionado con la edad del arbolado.



CAPÍTULO IV

Industria y Productos Forestales



La industria forestal en México enfrenta actualmente enormes desafíos, la producción en las entidades federativas ha tenido sus altas y bajas en las últimas décadas, y el déficit de la balanza comercial de madera aún es elevado. Ante este panorama, las Universidades e instituciones que realizan investigaciones en el sector forestal se han dado a la tarea de brindar su apoyo a la industria nacional, mediante estudios que brinden información útil, que ayude a aumentar significativamente su competitividad.

Con tal premisa, en este capítulo se incluyen trabajos con temáticas relevantes para la industria forestal, como lo son el estudio de propiedades físicas y mecánicas de madera de pinos, análisis del rendimiento y calidad de la madera, el efecto de agentes de biodeterioro, caracterización y comparación de aserraderos mediante el coeficiente de aserrío. Las aplicaciones especializadas para la madera también tienen un lugar especial, comprendiendo pisos de ingeniería, construcción de vigas laminadas y tratamientos especiales. Toda esta información, ya de por sí importante, se ve enriquecida con una investigación de la cultura organizacional en la industria forestal, el diseño de maquinaria especializada, la clasificación del carbón vegetal según sus características energéticas, e incluso el uso de una aplicación móvil para ayudar en la determinación del color de la madera.

Se incluyen investigaciones bastante interesantes, que comprenden la extracción y caracterización de aceites esenciales diversos, extraíbles de madera y corteza, así como la identificación de compuestos bioactivos antioxidantes en plantas del semiárido.

El lector encontrará en este capítulo información relevante y actual de la industria y productos forestales, que será de interés y utilidad para los profesionales del sector.

Evaluación citotóxica del jugo natural de *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.) y del extracto de *Thuja occidentalis* (L.) en la línea celular HT29 de cáncer de colon mediante ensayos *in vitro*

Cytotoxic evaluation of the natural juice of *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.) and extract from *Thuja occidentalis* (L.) in the colon cancer cell line HT29 by means of *in vitro* assay

José Luis Paz-Robles*, Rodolfo Hernández-Gutiérrez², Alma Rosa Oaxaca-Camacho², María Isabel Pérez-Vega¹, Oscar Gutiérrez-Coronado¹, María de la Luz Miranda-Beltrán¹

1 Laboratorio de Fitoquímica, Departamento de Ciencias de la Tierra y la Vida, Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara, Av. Enrique Díaz de León No.1144, Lagos de Moreno, Jalisco, México.

2 Laboratorio en Biotecnología Médica y Farmacéutica, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (CIATEJ), Av. Normalistas No. 800, Guadalajara, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: luispazbiomedicas@gmail.com

En el 2020 la OMS reportó 10 millones de defunciones ocasionadas por el cáncer. En la actualidad se ha regresado a la medicina tradicional para la búsqueda de alternativas de origen natural que tengan efectos antineoplásicos, en este sentido se ha reportado que las especies *Thuja occidentalis* (L.) y *Kalanchoe blossfeldiana* (Poelln.), contienen fitoquímicos con efectos anticancerígenos, por lo que se les considera una fuente natural y promisoría para el tratamiento del cáncer. El objetivo principal en este trabajo fue evaluar el efecto citotóxico del jugo natural de *K. blossfeldiana* y del extracto de *T. occidentalis* en la línea celular HT29 de cáncer de colon mediante ensayos *in vitro*. Se enfrentó el extracto del jugo natural de las hojas de *K. blossfeldiana* en tres concentraciones (250, 500 y 1000 µL/mL) y del extracto etanólico de *T. occidentalis* también en tres concentraciones (100, 200 y 300 µL/mL)

en los cultivos *in vitro* de la línea celular HT29 de cáncer de colon, se utilizó como control negativo solución salina y como control positivo 0.25 µL/mL de paclitaxel, se realizó la observación a las 24, 48 y 72 H. Se obtuvo el porcentaje de crecimiento celular para cada concentración comparándola con el número de células antes y después de la aplicación del jugo, del extracto y del fármaco, obteniéndose que el mejor porcentaje de inhibición de crecimiento a las 72 H para ambas, fue del 64 % con la concentración de 250 µL/mL de *K. blossfeldiana* y el 79 % con la concentración de 300 µL/mL de *T. occidentalis*. Con esta investigación podemos concluir que el jugo natural de *K. blossfeldiana* y del extracto de *T. occidentalis* mostraron tener una actividad citotóxica considerable en la línea celular HT29, confiriéndoles ser una fuente promisoría y alternativa para el tratamiento integral del cáncer de colon.

Análisis del rendimiento de madera de pino y su efecto económico en aserraderos al suroeste del estado de Chihuahua

Analysis of pine wood yield and its economic effect in sawmills in the southwest of the state of Chihuahua

Joel Rascón-Solano^{1,2*}, Óscar Alberto Aguirre-Calderón³, Eduardo Alanís-Rodríguez³, Javier Jiménez-Pérez³, Eduardo Javier Treviño-Garza³, Juan Abel Nájera-Luna⁴, Jose Iniguez⁵

1 Programa de Doctorado en Ciencias con Orientación en Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

2 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

4 División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de El Salto. Durango, México.

5 Rocky Mountain Research Station, USDA Forest Service, Arizona, USA.

* Autor para correspondencia: jsolano@uach.mx

En el presente artículo se presentan los resultados obtenidos tras un análisis comparativo de cuatro aserraderos ubicados en el estado de Chihuahua que cuentan con diferentes tecnologías de conversión de productos. Fueron evaluados los aserraderos modernos de los ejidos Tónachi, Tetahuichi, Santa Anita y el aserradero tradicional de la empresa Productos Peinado con el objetivo de determinar las diferencias estadísticas mediante análisis de contraste en el coeficiente de aserrado, rendimiento de los productos e ingresos obtenidos mediante la venta de la madera y residuos sólidos. El análisis de contraste de medias en pruebas de T indica que el promedio de coeficiente de aserrado de los aserraderos modernos (53.32 %) fue estadísticamente diferente ($p = 0.008$) en comparación del promedio del aserradero tradicional (45.82 %). Asimismo, el promedio de aserrín generado por las industrias ejidales fue del 17.92 % y de la empresa privada 25.00 %, presentando un p valor de 0.009, esta diferencia se atribuye al

calibre promedio de las sierras empleadas, 1.05 y 1.60 mm respectivamente. Adicionalmente, los principales ingresos percibidos por las empresas presentan diferencias estadísticas en la prueba de contraste, la venta de productos primarios fue representada por tres variables (tabla, tablón y viga), donde Productos Peinado obtuvo un ingreso de \$ 33738.93 MN y los ejidos \$ 45187.62 MN en promedio, esto se debe al bajo rendimiento de madera presentado por la empresa particular, los ingresos representan diferencias estadísticas con un valor de $p = 0.012$. Por último, los residuos sólidos que presentaron diferencias fueron el palo de escoba y la leña con valores p de 0.030 y 0.000 respectivamente. Investigaciones como esta, permiten identificar la proporcionalidad de los distintos productos generados en los aserraderos, mostrando la importancia de comercializar tanto la madera generada como los residuos sólidos resultantes del proceso de aserrío.

Rendimiento volumétrico y calidad dimensional de la madera aserrada de dos variantes de aserradero en el noroeste de México

Volumetric yield and dimensional quality of timber from two sawmill variants northwest of Mexico

Joel Rascón-Solano^{1,2*}, Óscar Alberto Aguirre-Calderón³, Eduardo Alanís-Rodríguez³, Javier Jiménez-Pérez³, Eduardo Javier Treviño-Garza³, Juan Abel Nájera-Luna⁴

1 Programa de Doctorado en Ciencias con Orientación en Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

2 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

4 División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de El Salto. Durango, México.

* Autor para correspondencia: jsolano@uach.mx

El objetivo de esta investigación fue determinar el rendimiento volumétrico e identificar las diferencias estadísticas existentes en la variabilidad dimensional de productos aserrados en función de dos tecnologías industriales empleadas en aserraderos ejidales al suroeste de Chihuahua. El comparativo estadístico del coeficiente de aserrado entre tipo de industria fue realizado mediante prueba contraste de t de Student; para detectar las diferencias en la variabilidad dimensional media de los productos generados entre tipo de industria se realizaron pruebas no paramétricas de comparación de rangos de la mediana de Kruskal-Wallis. Los resultados indican que al realizar la prueba de t en rendimiento sin corteza se obtuvieron diferencias significativas entre tipo de industria ($p=0.0074$) con coeficientes de 60.93 y 53.09 % para industrias modernas y tradicionales respectivamente, parte de esta diferencia se debe a los patrones de corte empleados en las industrias, calidad

y dimensión de la madera en rollo y calibre de las cintas empleadas en el proceso. Las pruebas de Kruskal-Wallis indican que existe una diferencia en el grueso nominal de la madera de 22.23 mm entre los tipos de industria ($p=0.0001$), pero los rangos de variabilidad entre industrias son no significativos; la madera de 31.75 mm de grueso nominal no presenta diferencias en los gruesos medios de la madera, pero si cuenta con diferencias entre tipo de industria con respecto a los rangos de variabilidad de corte ($p=0.0001$); los productos de 38.10 mm de grueso nominal medio presentan diferencias significativas entre tipo de tecnología empleada ($p=0.0062$), sin embargo, la tecnología no es un factor en la variabilidad dimensional de los productos; por último, los polines de 88.90 mm presentan diferencias en el grueso medio entre industrias y entre tipo de tecnología empleada y la variabilidad de corte si se ve afectada por la tecnología empleada en el proceso ($p=0.0001$).

Actividad antioxidante de aceites esenciales de plantas aromáticas del norte de México

Antioxidant activity of essential oils of aromatic plants from northern Mexico

Nestor Everardo Aranda-Ledesma, Romeo Rojas-Molina, Nancy del Pilar Medina-Herrera, Víctor Aguirre-Arzola y Guillermo Cristian Guadalupe Martínez-Ávila*

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Química y Bioquímica, Av. Francisco Villa S/N, Col. Ex Hacienda el Canadá

* Autor para correspondencia: guillermo.martinezavl@uanl.edu.mx

En la región semidesértica del norte de México se encuentran numerosas especies forestales no maderables las cuales están adaptadas a las condiciones climatológicas extremas, algunas de ellas son especies aromáticas tal es el caso del orégano mexicano (*Lippia graveolens*) y hojásén (*Flourensia cernua*) las cuales producen aceites esenciales, además de contar con numerosos reportes y aplicaciones en la medicina tradicional para tratar diversos padecimientos. Sin embargo, los estudios acerca de la composición química así como el potencial biológico que los aceites esenciales de estas plantas puedan tener continúan siendo limitados. Tomando en cuenta esto, el objetivo es realizar una caracterización químico-funcional de los aceites esenciales de especies aromáticas del semi-desierto mexicano. Se realizó la extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor, seguido de la evaluación

de actividad de por medio de tres ensayos; determinando el valor de IC_{50} en los ensayos de captación de radicales ABTS y el poder reductor férrico (FRAP) así como el porcentaje de inhibición del proceso de lipoperoxidación (LPO), finalmente se realizó la caracterización de grupos funcionales por medio de FTIR-ATR así como la identificación de los compuestos presentes por medio de cromatografía de gases acoplado a masas (GS/MS). Los resultados obtenidos muestran que los aceites obtenidos de ambas especies mostraron actividad antioxidante en los tres ensayos realizados, la caracterización por medio de FTIR-ATR mostró grupos funcionales O-H, C-H y C-C como los característicos de estas muestras, finalmente la identificación por medio GC-MS permitió conocer la identidad de los compuestos presentes en los aceites esenciales.

Color Grab, como auxiliar en la determinación del color en muestras de madera

Color Grab, as an aid in the determination of color in wood samples

Guadalupe Pinacho-Ruiz^{1*}, Juana Laura Rivera Nava²

¹ Ingeniería Forestal, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

² Instituto de Genética, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: pinacho.ruizg12@gmail.com

El aspecto de la madera es una propiedad importante que se toma en cuenta cuando es utilizada para decoración, revestimiento y fabricación de muebles. Específicamente el color de la madera es una de las características preferentes que influye en la decisión de comprar un producto de madera. El objetivo de este trabajo fue determinar el color de muestras de madera de ocho especies forestales tropicales a través del uso de la aplicación móvil Color Grab y comparar los resultados con los reportados en la literatura. Las especies fueron: *Swietenia macrophylla* King (Caoba), *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. (Mora), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Huanacastle), *Swartzia cubensis* (Britton & P. Wilson) Standl. (Katalox), *Cosmocalyx spectabilis* Standl. (Chakte-kok), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Mulato), *Caesalpinia platyloba* S. Watson (Chacteviga) y

Apoplanesia paniculata C. Presl (Palo de arco). Color Grab es una aplicación que permite capturar el color a través de la cámara del Android, guardarlo y el nombre del color se muestra en inglés. La identificación del color se hizo tanto del duramen (D) como de la albura (A). Los colores encontrados fueron: Caoba (D: *Dark brown: orange*), mora (D: *Brown: yellow*, A: *Very light yellow: green*), huanacastle (D: *Black brown: orange*, A: *Light brown: yellow*), katalox (D: *Dark violet: Pink*), chakte-kok (D: *Dark brown: red*), mulato (D: *Very light yellow: orange*), chacteviga (D: *Dark brown: orange*) y palo de arco (D: *Black > brown: orange*, A: *Yellow > green*). La aplicación determinó colores muy similares a los colores reportados para cada especie. Color Grab puede utilizarse como auxiliar en la determinación del color de diferentes tipos de maderas.

Estructura anatómica de *Pinus duranguensis* Martínez en Guachochi, Chihuahua

Anatomical structure of *Pinus duranguensis* Martínez in Guachochi, Chihuahua

Luisa Patricia Uranga-Valencia^{1*}, Wilber Armando Mancinas-Jariz¹, María Isabel Báez-Teresa², Artemio Carrillo-Parra³, Luis Ubaldo Castruita-Esparza¹, Jesús Miguel Olivas-García¹

1 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad Autónoma de Chihuahua. Delicias, Chihuahua, México.

2 Ingeniería en Tecnología de la Madera del Instituto de Estudios Ambientales. Universidad de la Sierra Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

3 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del estado de Durango. Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: luranga@uach.mx

Debido a que existe una gran heterogeneidad de especies, la identificación anatómica es de gran importancia para el aprovechamiento, promoción y comercialización de maderas. Una forma eficiente y útil, en el estudio de las maderas, implica conocer en detalle los elementos que la conforman, permitiendo comprender su comportamiento en los diferentes procesos industriales. Por lo que, el objetivo en esta investigación, fue la descripción de las características organolépticas y anatómicas a nivel macroscópico y microscópico de *Pinus duranguensis* Martínez, una de las principales especies forestales explotadas en el estado de Chihuahua y Durango por su alto valor comercial. Sin embargo, no existen estudios previos con descripciones anatómicas, de especies propias del estado de Chihuahua, por lo que se lleva a cabo, por primera vez, su descripción y se comparó con la del estado vecino, Durango. La especie proviene de un bosque de pino-encino,

del área de aprovechamiento en el Ejido de Samachique, municipio de Guachochi, Chihuahua. La metodología empleada, para la descripción y medición de los elementos estructurales, es la descrita por la *International Association of Wood Anatomists* (IAWA). Dentro de los resultados más sobresalientes se encuentran las diferencias en cuanto al color de albura y duramen, en largo de las traqueidas, el campo de cruce de las punteaduras y canales resiníferos; estas diferencias, obtenidas al comparar la descripción de los elementos estructurales de la especie en Chihuahua, con los ya publicados, de la misma especie en Durango. Estas diferencias pudieran ser resultado de las condiciones edafoclimáticas intrínsecas del lugar de procedencia y del manejo que se da tanto a nivel de rodal en los bosques como en plantaciones forestales; concluyendo aún, mucho campo de acción en la generación de nuevo conocimiento en ciencia básica

Impregnación de cuatro maderas latifoliadas con azoles de cobre y boro inorgánico

Impregnation of four hardwoods with copper azole and inorganic boron

Luz Elena Alfonsina Ávila-Calderón¹, Miriam Sedano-Mendoza², Alexander Doval-Saguilán¹

¹ Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

² Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Unidad Profesional de Ciudad Hidalgo, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Hidalgo, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: luz.avila@umich.mx

Los azoles de cobre CA-B y el boro inorgánico son dos preservantes hidrosolubles que protegen a la madera de la pudrición y del ataque de insectos. Además, presentan una inocuidad mayor a otras sustancias disponibles en el mercado nacional. El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de la impregnación de la madera de cuatro especies (*Citrus sinensis*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus limetta* y *Citrus paradisi*) provenientes de huertos frutícolas localizados en Nuevo Urecho, Michoacán con dos preservantes al 1.5 % de concentración y dos métodos de impregnación sin presión (inmersión simple y baño caliente-frío). Se prepararon lotes de 10 probetas de 20 mm x 20 mm x 100 mm para cada tratamiento. Por un lado, la inmersión simple se realizó en un recipiente con la sal preservante durante 24 horas. Por el otro lado, el baño caliente-frío consistió, primero, en un

calentamiento en agua (baño caliente) por un periodo de 8 horas a una temperatura de 80 °C; segundo, en una inmersión con la solución preservadora fría durante 16 horas. Una vez secadas al aire, a todas las probetas se les calculó la retención y se les determinó la penetración. Se encontró que la madera de *Citrus paradisi* presentó la retención mayor (2.7 kg m⁻³) y *Citrus aurantifolia*, la menor (2.3 kg m⁻³); el boro y el método de inmersión simple lograron mayores retenciones; la penetración fue parcial irregular para todas las probetas impregnadas con boro y parcial regular para las impregnadas con azoles, excepto en *Citrus paradisi* en la que resultó total irregular. Se concluye que, de acuerdo con las condiciones de este ensayo, la madera impregnada con azoles de cobre puede ser empleada en un nivel de riego 2 y la madera impregnada con boro puede ser empleada en un nivel de riesgo 1.

Comparación estadística de extractos de corteza de tres especies maderables

Statistical comparison of bark extracts from three wood species

Luz Elena Alfonsina Ávila-Calderón^{1*}, Miriam Sedano-Mendoza²

1 Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

2 Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Unidad Profesional de Ciudad Hidalgo, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Hidalgo, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: luz.avila@umich.mx

La corteza de los árboles es un subproducto poco valorado y se considera un obstáculo a la hora de procesar el recurso maderable. Sin embargo, la corteza es un material rico en sustancias extraíbles como taninos, azúcares, materia colorante, entre otros; de éstos, los taninos son el grupo de compuestos más abundantes y tienen gran valor comercial. El objetivo de este trabajo fue comparar estadísticamente la cantidad de extractos solubles en agua y en etanol de la corteza de tres especies maderables: *Quercus* sp., *Eucaliptus* sp. y *Arbutus* sp. Este estudio se efectuó siguiendo un modelo factorial 2x3 en el que se realizaron nueve repeticiones con cada tipo de solvente y en cada corteza; y los cálculos se realizaron con base en el peso anhidro del material. El contenido de humedad se hizo en apego a la norma

ASTM D4442 – 20. Las extracciones se desarrollaron siguiendo las normas ASTM D1110 84 (aprobada en 2013) y TAPPI T 207 om-81. Los resultados mostraron que el contenido de humedad en las cortezas de *Quercus* sp., *Eucaliptus* sp. y *Arbutus* sp. fue de 19 %, 17.3 % y 18.8 %, respectivamente. En la determinación de sustancias extraíbles, la corteza con mayor porcentaje de extractos fue de *Quercus* sp., ya que se obtuvo un valor de 13.38 % en agua y 10.44 % en etanol; mientras que la corteza con menor porcentaje fue de *Arbutus* sp., la cual presentó un valor de 4.51 % en agua y 2.63 % en etanol. Los resultados del estudio estadístico mostraron que sí existe diferencia significativa en la cantidad de extractos para cada especie, para el solvente empleado y para el efecto combinado de ambos factores ($P < 0,001$).

Análisis del diseño, ruido y vibración de maquinaria desfibradora de Ixtle de Lechuguilla

Analysis of the design, noise and vibration of shredding machinery of Ixtle de Lechuguilla

Carlos Leal-Iga^{1*}, Nahielly Alejandra Marín-González¹, Oscar Alejandro González- González¹, Dante Alberto Jiménez-Domínguez¹, María Teresa Ledezma-Elizondo¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: clealiga@hotmail.com

El propósito de este estudio es el analizar los componentes principales de una máquina desfibradora de Ixtle de Lechuguilla típica presente en la mayoría de los ejidos dedicados a esta actividad en la zona noreste de México, y determinar las oportunidades de rediseño en sus piezas principales, así como en los niveles sonoros y de vibraciones para evaluar su magnitud y determinar la severidad e impacto. Para lograr este objetivo se aplica la metodología DFX a una máquina adquirida de desfibrado de Ixtle de Lechuguilla obteniendo las principales piezas que son susceptibles de un rediseño, también se comparó en esta máquina típica contra un banco de pruebas realizado en taller con un motor de menor potencia, con el cual se hicieron pruebas de ruido y vibración, en

ambos casos los análisis se practican con la misma intención de lograr una mejora en su eficiencia. Obteniendo como resultados de la metodología DFX, oportunidad de rediseño en la seguridad de operación, los mecanismos de entrada y salida, velocidad de trabajo al desfibrar dos Cogollos, aligerar la estructura, capacidad del motor en función con el diseño de rodillo para desfibrar, y en la forma de mantenimiento e inspección. Y del análisis de ruido y vibraciones, se obtienen oportunidades de mejora en el análisis del diseño del tambor de la máquina, colocarle una guarda (tapa) que colabore en la disminución de niveles de ruido, y revisar la alineación de ejes de las máquinas para no generar vibración que esté fuera de los rangos permisibles.

Análisis, diseño y construcción de viga laminada modificada

Analysis, design and construction of modified laminated beam

Ernesto Mendoza-González¹

¹ Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera, Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
ernesto.mendoza@umich.mx

Actualmente, el uso de vigas de madera laminada, se ha ido presentando cada vez más en el área de la construcción de estructuras de madera de baja y mediana altura, ante este fenómeno, se ha planteado un cambio de diversificación de las especies y del sistema de fabricación para dichos elementos, cuyo resultado aumentará la resistencia a la flexión, producido por los diferentes tipos de cargas a los que es sometido dicho elemento en la estructura; este cambio está basado en la combinación de distintos acomodos de las piezas que conforman su fabricación.

A partir de lo anterior, y teniendo en cuenta la optimización y aprovechamiento de los recursos maderables para elementos de uso estructural, se determinó usar madera obtenida del tercer corte de los árboles de distintas especies que produce el bosque natural así como los de las plantaciones, aunado a esto, y considerando en ambos

casos, las propiedades de los árboles referentes a su crecimiento, que varía entre 15 y 20 años, y a su DAP (diámetro a la altura del pecho) que varía entre los 45 cm y 60 cm máximo, el tipo de la madera obtenida del tercer corte se encuentra en una etapa de madera juvenil contando con bajas propiedades mecánicas.

Así con la madera obtenida y con el acomodo distinto propuesto las piezas, la viga laminada, mejorará sus propiedades mecánicas, siendo una opción viable para la construcción de estructuras de madera de baja y mediana altura, diversificando el uso de distintas especies de árboles, así también, el empleo de estructuras de madera podrán ser una excelente alternativa a los sistemas tradicionales existentes en nuestro país, lo que permitirá comenzar a desarrollar nuevos productos de ingeniería empleando distintas especies forestales.

Elaboración y caracterización de pisos de ingeniería con maderas de propiedades diferentes

Elaboration and characterization of engineered flooring with woods of different properties

Omar Isaí Barrera Cruz¹, Raúl Rodríguez Anda^{2*}, José Antonio Silva Guzmán², Francisco Javier Fuentes Talavera²

¹ Estudiante de Maestría en Ciencia de Productos Forestales. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

² Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: raul.randa@academicos.udg.mx

Las propiedades mecánicas de la madera, tales como: dureza, resistencia a la flexión, generalmente se correlacionan positivamente con la densidad. Es por ello, que para incrementar el valor de las especies maderables de baja densidad puede ser benéfico combinar las densidades entre especies e incrementar las propiedades mecánicas. A este proceso de unir y mezclar madera con diferentes propiedades, se conoce como producto de ingeniería. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar, producir y evaluar un piso de madera de ingeniería (EWF) utilizando palma de coco (*Cocos nucifera*), melina (*Gmelina arborea*) como sustrato y reforzado con encino rojo (*Quercus castanea*) utilizando tres tipos de adhesivos: urea formaldehído (UF), Henkel loctite (LC) y soya furfural (SF). Los resultados obtenidos para un piso de 3-capas contrachapadas, con un espesor total de 16 mm, sea con el sustrato de

palma de coco o de la madera de melina, mostraron una densidad promedio de 0.53 g/cm³ y un contenido de humedad de 9 %. La resistencia a la flexión osciló en un rango de 12 a 62 MPa y de 1346 a 10660 MPa en módulo de elasticidad, siendo la combinación de encino-melina-encino con UF la que presentó los de mejores resultados. En cuanto a la dureza Brinell se exhibe en rangos de 30 a 48 N/mm² y la combinación encino-palma-encino con LC es la que encabeza el mayor valor. La resistencia a la línea de encolado (IB) fue de 0.11 a 3.46 MPa, permaneciendo las combinaciones encino-palma-encino SF, encino-palma-encino UF, así como encino-melina-encino UF estadísticamente iguales. Referente a la delaminación los pisos con UF y SF son susceptibles a la delaminación por contacto directo con el agua y ser sometidos a cambios secos de humedad relativa en el ambiente de 35 y 55 %.

Palabras clave: piso de ingeniería, adhesivo verde, propiedades físico-mecánicas, *Cocos nucifera*, *Gmelina arborea*, *Quercus castanea*.

Comparación del coeficiente de aserrío y caracterización de dos aserraderos de Oaxaca

Sawing coefficient comparison and characterization of two sawmills from Oaxaca

Silvestre Benigno Ramírez López¹, Juana Laura Rivera Nava^{2*}

¹ Ingeniería Forestal, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

² Instituto de Genética, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia; laurarivera@zicatel.umar.mx

La industria del aserrío es un eslabón fundamental para mejorar el nivel de vida económico y social de los ejidos, comunidades y/o pequeños propietarios. El presente trabajo se realizó en dos aserraderos del estado de Oaxaca: COMERCIAL MADERERA DE ANTEQUERA S. A. de C. V. (aserradero 1) de la Región Valles Centrales y el ASERRADERO LAS HAMACAS (aserradero 2) de la Región Sierra Sur. Se realizó la caracterización de los dos aserraderos, resultando que ambos presentaron algunas similitudes; también se determinó la distribución de la maquinaria y equipo de ambos aserraderos, encontrando que la distancia entre maquinarias es óptima. Para determinar el coeficiente de aserrío se seleccionaron al azar 120 trozas por aserradero, las cuales se dividieron en cuatro bloques de 30 trozas, esto para obtener cuatro

repeticiones por aserradero. Dichas trozas se cubicaron empleando la fórmula de Smalian obteniendo un volumen real sin corteza; en cuanto a la cubicación de la madera aserrada se utilizó la fórmula convencional de un paralelepípedo utilizando las medidas reales y nominales. Una vez calculado el volumen de la madera en rollo y de la madera aserrada se determinó el coeficiente de aserrío (CA). De acuerdo a la comparación de medias de Tukey se obtuvo para el aserradero 1 un CA real y nominal de 67.40 % y 49.47 % respectivamente y para el aserradero 2 un CA real y nominal de 70.17 % y 53.14 % respectivamente. El resultado del análisis de varianza mostró que ambos aserraderos son estadísticamente iguales, debido a que no presentaron diferencias significativas con $\alpha = 0.05$.

Piezas de madera afectadas por tres agentes de biodeterioro en Puerto Escondido, Oaxaca

Wood pieces affected by three biodeterioration agents in Puerto Escondido, Oaxaca

Juana Laura Rivera Nava^{1*}, Dulce María Chino²

1 Instituto de Genética, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

2 Ingeniería Forestal, Universidad del Mar – Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia; laurarivera@zicatela.umar.mx

La madera es un material que puede ser afectado por diferentes agentes ya sean bióticos o abióticos que provocan daño tanto física como estéticamente. Dentro de los bióticos se encuentran las termitas, los coleópteros xilófagos y los hongos. Dependiendo del grado de afectación, la madera puede perder su utilidad parcial o totalmente. En el presente trabajo se determinó el tipo de biodeterioro de piezas de madera de 21 especies y 2 géneros que se encontraban revueltas en un área cerrada con condiciones inadecuadas de temperatura y humedad en el Campus Puerto Escondido de la Universidad del Mar. Cada pieza (troza, rodaja, tablón o tabla) fue analizada visualmente y separada de acuerdo a los siguientes grupos: las que fueron afectadas principalmente por termitas subterráneas, las que fueron afectadas principalmente por carcoma y las que fueron afectadas principalmente por hongos cromógenos. La determinación de la afectación entre termitas subterráneas y carcoma se realizó mediante la

observación directa de presencia de galerías y/o restos de suelo (tierra). Se encontraron piezas de madera de nueve especies afectadas principalmente por termitas subterráneas; las de mayor grado de afectación se encontraban más cerca de las zonas donde había muchas galerías en piso y paredes. Otras piezas de madera de 20 especies y dos géneros resultaron afectadas principalmente por carcoma fino. Los hongos cromógenos se observaron en piezas de madera de 11 especies y dos géneros, en este caso también fueron menos afectadas por termitas subterráneas y/o carcoma fino. Las especies y el género en que se encontraron piezas afectadas por los tres agentes de deterioro son: *Annona squamosa*, *Ceiba aesculifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mangifera indica*, *Pinus* spp. y *Tabebuia donnell-smithii*. Las especies en las que se encontró deterioro solo por carcoma son: *Caesalpinia sclerocarpa*, *Cordia elaeagnoides*, *Gmelina arborea*, *Senna atomaria* y *Swietenia humilis*.

Plantas del semi-desierto mexicano como una fuente de compuestos bioactivos antioxidantes

Plants from Mexican semi-desert as a source of antioxidant bioactive compounds

Néstor Everardo Aranda-Ledesma, Romeo Rojas-Molina, Nancy Medina-Herrera, Cecilia Castro-López y Guillermo Cristian Guadalupe Martínez-Ávila*

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Química y Bioquímica, General Escobedo, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: guillermo.martinezavl@uanl.edu.mx

El semi-desierto mexicano alberga a numerosas especies forestales no maderables ampliamente distribuidas y adaptadas a las condiciones extremas características de esta región, de las cuales se destacan la planta de candelilla, gobernadora, hojasén, orégano mexicano y sangre de drago; las cuales han sido empleadas desde la antigüedad en la medicina tradicional debido a las propiedades medicinales que se les atribuyen y algunas de ellas cuentan ya con diversas aplicaciones en distintos procesos industriales. Sin embargo, la información acerca de su composición química y las actividades funcionales de los metabolitos secundarios presentes en estas plantas, continúa siendo limitada. En este sentido, en el presente trabajo se realizó la extracción convencional de compuestos polifenólicos, se evaluó la actividad antioxidante de dichos compuestos por medio de tres ensayos; la captación de radical ABTS^{•+}, poder

reductor férrico (FRAP) determinando el valor de IC₅₀ para ambos ensayos, así como el porcentaje de inhibición de lipoperoxidación (LPO), finalmente se realizó la caracterización de esta fracción de compuestos polifenólicos por FTIR-ATR. Los resultados obtenidos indican que los compuestos de todas las especies antes mencionadas muestran actividad antioxidante en los ensayos realizados, para ABTS^{•+} con valores de IC₅₀ en rangos entre 70.799 (±13.08) a 1683.99 (±11.33) (mg L⁻¹) y FRAP rangos entre 101.80 (±9.96) a 2963.55 (±0.58) (mg L⁻¹). Por otra parte, la caracterización de grupos funcionales por FTIR-ATR indica que los grupos funcionales característicos son grupos O-H, C-H, C-C y C-O, estos resultados amplían la información acerca del potencial biológico para aplicaciones futuras de estos metabolitos y mediante la caracterización IR, la identificación los grupos funcionales de los compuestos químicos presentes en las muestras.

Propiedades físicas y mecánicas de la madera de cinco especies de Pinos de la Sierra Juárez

Physico-mechanical properties of wood of five species of Pino de la Sierra Juárez

Gloria Yazmin Gallardo-García^{1*}, Faustino Ruiz-Aquino¹, Waldo Santiago-Juárez¹, Wenceslao Santiago García¹, Nataly Estephanie López Flores²

¹ Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez.

² Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca.

* Autor para correspondencia: correo: yaz.gallardo98@gmail.com

El conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera es de gran importancia, ayuda a optimizar su uso y hace más competitiva la industria de la madera. El objetivo de este estudio fue analizar las propiedades físicas y mecánicas de cinco especies de pino: *Pinus patula*, *P. ayacahuite*, *P. rudis*, *P. douglasiana* y *P. pseudostrobus*, estas especies son las más comunes y aprovechadas dentro de los predios de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Los análisis de las propiedades físicas se elaboraron con probetas extraídas de una rodaja de 15 cm de espesor a una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo, las propiedades analizadas fueron contenido de humedad, densidad verde, densidad anhidra, densidad básica, contracción volumétrica total, hinchamiento volumétrico total,

relación de anisotropía y punto de saturación de la fibra. Las propiedades mecánicas se caracterizaron mediante fórmulas propuestas en la literatura, se determinaron: trabajo a la máxima carga, módulo de ruptura, módulo de elasticidad, impacto, compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular, corte paralelo, tensión perpendicular y dureza lateral. La madera de *P. patula* presentó la densidad básica más alta (0.516 g cm⁻³), y su relación de anisotropía (1.68) se clasifica como media. En el ensayo de compresión paralela al grano, *P. patula* exhibió los mayores indicadores: MOE (99,082.19 kg cm⁻²), MOR (572.71 kg cm⁻²) y en dureza lateral (249.85 kg). Los resultados obtenidos para esta especie permiten sugerir usos estructurales, para elaboración de muebles y su uso en la elaboración de pisos de tráfico ligero.

Palabras clave: relación de anisotropía, contracción volumétrica, punto de saturación de la fibra, módulo de ruptura, módulo de elasticidad.

Extracción y caracterización de aceites esenciales de orégano, poleo, damiana y laurel a nivel microindustrial

Extraction and characterization of essential oils from oregano, poleo, damiana y laurel at microindustrial level

Guillermo Cristian Guadalupe Martínez-Ávila, Néstor E. Aranda-Ledesma, Teresa C. Serna-Méndez, Nancy Medina-Herrera & Romeo Rojas*

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco Villa, S/N, General Escobedo, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: romeo.rojasmln@uanl.edu.mx

En la zona noroeste del país, considerada árida, se cuenta con más de 3500 especies de plantas identificadas. Particularmente la región conocida como desierto Chihuahuense que es una región rica en biodiversidad como flora y fauna con potencial para su aprovechamiento industrial. Los aceites esenciales que se obtienen a partir de diversas especies son un gran grupo de compuestos naturales, que se caracterizan por ser bioactivos, que protegen a las plantas del ataque de diferentes microorganismos y por tener diversas aplicaciones funcionales. Sin embargo, no existe un equipo hecho a la medida para extraer los aceites esenciales a nivel microindustrial que permita recuperar aceite en cantidad y calidad. En el presente estudio se probó la eficiencia de un equipo nivel microindustrial (200 dm³) para la extracción de aceites esenciales de orégano, poleo, damiana y laurel. Se evaluó el IC₅₀ (cantidad de

muestra necesaria para inhibir la reacción de oxidación en 50 %) por ABTS, FRAP y la concentración de fenoles por Folin-Ciocalteu, se determinó el rendimiento, se identificaron los grupos funcionales por FT-IR y los compuestos por GS-MS. Los rendimientos de aceite fueron desde 0.96 % para poleo hasta 3.00 % para orégano. El IC₅₀ por ABTS fue desde 392.41 µgEAG mL⁻¹ hasta 952.84 µgEAG mL⁻¹, por FRAP desde 78.11 µgEAG mL⁻¹ hasta 159 µgEAG mL⁻¹. La concentración de fenoles totales de hasta 471.03 µgEAG mL⁻¹ (orégano). Se identificaron los grupos funcionales O-H, N-H, C-H, C-C, C-O-C, C-O y N-H/C-C asociados a los compuestos identificados por GS-MS que van desde, timol, carvacrol, eucaliptol, α-terpineol, β-Pinene, endo-Borneol, Levomentol, entre otros. Finalmente se puede decir que el equipo es capaz de extraer aceites esenciales en cantidad y calidad para diversos usos en la industria.

Cultura Organizacional en la Industria Forestal de Durango, México

Organizational Culture in the Forest Industry of Durango, México

Eusebio Montiel-Antuna¹, José Rodolfo Goché-Téllez¹, Jesús Alejandro Soto-Cervantes^{2*}, Emily García-Montiel¹, José Ángel Prieto Ruíz¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

² Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: alejandro.soto@ujed.mx

La actividad forestal desempeña un papel importante en la economía a nivel local y nacional. Resulta vital para las empresas de este sector alcanzar sus objetivos de rentabilidad y crecimiento, por lo que están sujetas a un complicado ambiente interno (cultura) y un desafiante ambiente externo. El objetivo fue analizar las diferentes características de los tipos de cultura organizacional, diagnosticando el tipo de cultura dominante. Se aplicaron 55 cuestionarios a un total de 25 empresas con diferentes niveles de producción, el instrumento fue validado mediante el índice de confiabilidad de Alfa de Cronbach. Se reforzó la información con entrevistas estructuradas y Focus Group. Se utilizó el modelo para valoración de cultura organizacional de Cameron y Quinn (2006), que considera seis dimensiones de clasificación (dominancia, liderazgo, estilo gerencial, organización, énfasis estratégico y criterio de éxito). Los tipos de cultura evaluadas fueron: Adhocrática,

Mercado, Clan y Jerárquica. El análisis de varianza (ANOVA) indicó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre los tipos de cultura. La prueba de Tukey formó tres grupos donde predominó la cultura Jerárquica seguida de la cultura de Clan, mientras que las de Mercado y Adhocrática no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$). El rasgo que predomina en Jerárquica y Clan es un fuerte liderazgo y la más baja puntuación fue para el énfasis estratégico. Como conclusión se establece que la cultura organizacional es un activo intangible que guía la eficiencia de la industria forestal, el estudio refleja que estas empresas en su mayoría, por su carácter de antigüedad y de propiedad familiar se desenvuelven en un enfoque interno, un clima laboral inestable y una estructura organizacional vertical y rígida, dejando de lado las oportunidades del mercado externo y los beneficios de la globalización.

Recuperación de papel y medio ambiente

Paper recovery and environment

Alma Rosa Saucedo Corona^{1*}, Francisco Javier Fuentes Talavera¹, José Antonio Silva Guzmán¹

¹ Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: alma.saucedo@academicos.udg.mx

En censo poblacional INEGI 2020, reportó 126,014,024 personas en el país, lo cual representa un incremento en la población del 1.2 % respecto al reporte del 2010. Se estima que en el 2060 la población mundial sea de 10,000 millones de personas. Población que demanda consumo de papel en diferentes índoles, en la actualidad el consumo per cápita mundial es de 55 kg, y para este 2021 la producción en papel tissue se estima sea de 44 millones de toneladas. Considerando que el consumo de papel tissue es sólo uno de los cuatro rubros (tissue, escritura e impresión, empaque y embalaje, y especiales) que conforman el consumo de papel total. La finalidad es enfatizar la demanda creciente de fibras, ya que cada tipo de papel demanda una calidad de fibra y especificaciones

morfológicas en las mismas para su mejor desempeño, de ahí la importancia de la separación y recuperación de la fibra a partir de los materiales base papel o cartón. Esta demanda conlleva la selección de productos maderables y no maderables para la obtención de fibra que compense la pérdida de fibra por el proceso de reciclado, por lo que la reforestación de zonas verdes para el bienestar social y ecológico como parte del medio ambiente es fundamental y una vez que han alcanzado la madurez formar parte de la materia prima en la producción de pulpa para papel. De manera prioritaria la creación de bosques contribuye al equilibrio del medio ambiente como parte de la protección en la erosión de suelos, barreras de vientos y hábitat de diversas especies animales.

Clasificación de carbón vegetal según sus características energéticas

Charcoal classification according to its energy characteristics

Artemio Carrillo-Parra^{1*}, Juan de Dios García-Quezada², Carlos de la Cruz-Montelongo³, Dayana Andiola Amaya⁴, José Ángel Prieto Ruiz⁴, José Rodolfo Goche Tellez⁴.

1 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

2 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

3 Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

4 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: acarrilloparra@ujed.mx

El carbón vegetal es un producto energético que se obtiene de la pirólisis de la madera, por el calentamiento en ausencia de aire, provocando la eliminación de la fracción volátil. El biocombustible resultante es un sólido, frágil, poroso, y con alto contenido de carbono fijo. La calidad se determina principalmente por sus características físico-químicas. En México no existen estándares de calidad del carbón vegetal por lo que se comercializa siguiendo criterios empíricos. El objetivo del presente documento fue clasificar el carbón vegetal que se comercializa en México. Se colectaron muestras de carbón vegetal de 30 orígenes de 13 estados de la República Mexicana. Se determinó el contenido de humedad, material volátil, cenizas, carbono fijo y poder calorífico. A los resultados de cada variable se les aplicó pruebas de normalidad de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov), y pruebas de comparación de Kruskal o pruebas de ANOVA según la distribución de los

valores. Adicionalmente, se calculó la media ($\bar{x}$), desviación estándar (S), valor máximo (max) y valor mínimo (min). Según la distribución de los valores en la curva se establecieron las clases de calidad Selecta (S), Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los resultados mostraron que ningún origen se clasificó como Selecta ya que no se alcanzaron los valores establecidos para ésta, en la Clase 1 se encontraron 3 orígenes, en la Clase 2 se ubicaron 15 orígenes, mientras que 17 orígenes fueron clasificados como Clase 3. Por lo anterior se considera que la clasificación de carbón vegetal es adecuada y fácil de utilizar. El uso de esta clasificación a nivel nacional permitirá a los productores conocer la calidad del carbón que producen y para aquellos que busquen perfeccionarlo, establecer mecanismos de mejora. Por otra parte, para los usuarios será un parámetro adicional para seleccionar el producto al momento de adquirirlo.

Productos forestales no maderables del Noreste de México

Non-timber forest products from Northeastern, Mexico

Luis Rocha Domínguez^{1*}, Marisol González Delgado², Horacio Villalón Mendoza¹, Ngagyo Heya Maginot²

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Apartado Postal 41, Linares N. L., C. P. 67700, México.

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Monterrey, N.L., C.P. 66062, México.

* Autor para correspondencia: luis.rochadm@uanl.edu.mx

El estudio se realizó en los diferentes tipos de vegetación que se registran en el estado Nuevo León con el objetivo de conocer las especies de plantas que son utilizadas para la obtención de PFNM, así como la clasificación de usos que se hacen de las mismas. Se realizaron visitas y se entrevistó a personas adultas que tienen contacto cotidiano con el uso de las plantas.

Los productos forestales no maderables (PFNM) son importantes como medio de subsistencia para las comunidades rurales donde se aprovecha este recurso.

Por lo tanto, es fundamental el estudio de estos productos de una manera metódica desde el punto de vista biológica, donde se involucren los aspectos sociopolíticos y económicos, así como los aspectos artesanal y cultural, permitiendo con ello, un análisis que conlleve al no deterioro de los PFNM y por ende a su conservación.

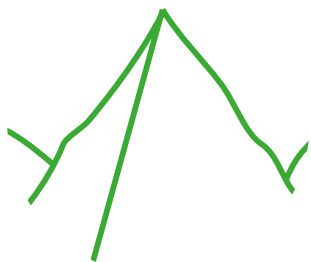
Cabe destacar que Nuevo León se caracteriza por presentar una gran diversidad de regiones ecológicas donde prevalecen diferentes tipos de vegetación y que presentan una gran riqueza de especies que proporcionan diferentes PFNM, siendo estos de subsistencia para diferentes comunidades rurales.

Es importante mencionar que para el estado de Nuevo León existe una gran cultura y tradición en el uso de las plantas medicinales y en el consumo de algunos frutos silvestres. En las primeras se tiene a *Croton incanus*, *Turnera diffusa*, *Malpighia glabra*, entre otras. En lo segundo tenemos a *Prosopis laevigata*, *P. glandulosa*, *Ebenopsis ebano*, *Diospyros texana*, *Diospyros palmeri*, *Sargentia greggii*, entre otras.



CAPÍTULO V

Inventarios y Biometría Forestal



Los inventarios forestales son parte fundamental del manejo forestal, ya que, con estos, se cuantifican los recursos maderables del bosque; mientras que la biometría forestal, se basa en el uso de la estadística y modelación para la evaluación y análisis de los recursos forestales.

En este contexto, en la mesa de Inventarios y Biometría Forestal se presentaron veintiséis trabajos, cubriendo por un lado, los diferentes ámbitos para la realización de inventarios forestales como por ejemplo, desde la implementación en campo de sitios de muestreo, el establecimiento de parcelas de monitoreo, o bien, el uso de material digital de percepción remota, como la fotografía aérea, las imágenes de satélites pasivos y activos, así como las logradas a través de drones; por otro lado, el aspecto biométrico también fue cubierto mediante trabajos logrados a través de registros directos de campo o bien, a partir del uso de modelos de extrapolación, predicción, proyección o ajuste con el uso de herramientas de los sistemas de información geográfica.

Cabe destacar que los trabajos expuestos en este congreso, se llevaron a cabo en distintos estados de la república mexicana. No obstante, las regiones noroeste, noreste y costa sur del Pacífico han connotado por sus estudios realizados no solo sobre bosques naturales, sino también, sobre plantaciones forestales. Se presentaron diversos estudios de inventarios y biometría forestal, que ocupan desde el mapeo de sitios permanentes, la caracterización de rodales, los análisis de incrementos en especies, la aplicación de modelos para la cubicación de madera, así como otros modelos de predicción de rendimientos y de simulación silvícola.

Por otra parte, la realización de inventarios forestales y la predicción de las variables dasométricas utilizando la tecnología LiDAR (*Light Detection And Ranging*) es cada vez más frecuente; así lo han demostrado los estudios presentados en este evento. Lo anterior se debe a la capacidad de la señal multi retorno de este sensor activo, que ha mostrado poder describir con una mejor precisión la estructura de la vegetación mediante información tridimensional de los diferentes estratos, es decir, arbustivo, arbóreo y del mismo suelo. Otro aspecto importante de señalar, son los trabajos expuestos para el monitoreo y la gestión forestal, utilizando los drones o vehículos aéreos no tripulados; de manera particular los trabajos aquí presentados se enfocaron en el uso de drones en el ámbito educativo y profesional, así como en el área de la fotogrametría.

Dr. Raymundo Villavicencio García

Uso de extrapolación espacial como estrategia de estimación de recursos forestales en áreas no inventariadas

Use of spatial extrapolation as a strategy for estimating forest resources in non-inventoried areas

José Germán Flores Garnica^{1*}, Ana Graciela Flores Rodríguez², Refugio Luna García³

1 Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Guadalajara, Jalisco, México.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 Servicios Técnicos Forestales. Chihuahua, Chihuahua. México.

* Autor para correspondencia: flores.german@inifap.gob.mx

La evaluación del potencial de aprovechamiento de los recursos forestales, de cierta región, en general requiere de una inversión importante de tiempo y financiamiento bajo las técnicas tradicionales de muestreo. Por lo que deben buscarse alternativas que, en lo posible, sean más económicas, pero sin menoscabo de la precisión. Los cuales deben garantizar, por lo menos, la misma precisión que se obtiene por métodos tradicionales. En México, la autorización de un aprovechamiento forestal está supeditada a que se cuente con información recabada del campo, a través de un inventario forestal. Sin embargo, frecuentemente las masas forestales se localizan en condiciones de difícil acceso. Esto implica que su evaluación, como apoyo a la toma de decisiones para su potencial aprovechamiento, tome mucho tiempo y sea costoso. Sin embargo, la actual disponibilidad a los sensores remotos ha apoyado el desarrollo de estrategias no solo más baratas, sino más precisas. Una de estas se basa en la perspectiva de la extrapolación, mediante

la cual se pueden derivar estimaciones de áreas con baja intensidad de muestreo, con base a la información de áreas donde se han obtenido intensidades de muestreo normales. Para esto, ambas áreas deben tener condiciones homogéneas en cuanto a especies, densidades, estructuras, condiciones topográficas, etc. Lo cual es posible evaluar a través del uso de sensores remotos, y el apoyo de alguna información de campo. Para ejemplificar lo anterior se presenta un trabajo realizado en bosques templados del estado de Chihuahua, México, en el que se extrapoló información sobre densidad, posibilidad de aprovechamiento (m^3/ha) y diámetro de copa. Se probaron varios modelos basados en la tecnología de árboles de regresión, los cuales fueron definidos con base a una serie de variables auxiliares, entre las que se contó con información obtenida de imágenes Landsat y fotografías aéreas. Las estimaciones resultantes muestran un aceptable grado de precisión, al compararse con evaluaciones hechas directamente en campo.

Inventario forestal mediante datos LiDAR: efecto de la densidad de retornos y diseño de muestreo en la precisión

Forest inventory using LiDAR data: effect of return density and sampling design on accuracy

Bernardo GaleoteLeyva³, José René Valdez Lazalde^{1*}, Gregorio Ángeles Perez¹, Héctor Manuel de los Santos Posadas¹, Juan Manuel Romero Padilla²

1 División de Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

2 Socioeconomía Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

3 Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Lázaro Cárdenas, Puebla.

* Autor para correspondencia: valdez@colpos.mx

El uso combinado de datos de campo y de sensores remotos para la realización de inventarios forestales es tema de interés actual. En este estudio se analizó el efecto del diseño de muestreo y la densidad de retornos LiDAR sobre la precisión de estimaciones del área basal (AB), el volumen maderable (V) y la biomasa (B) generadas mediante estimadores de muestreo asistidos por modelos aditivos generalizados (GAM) y el algoritmo Random Forest (RF) para un bosque bajo manejo ubicado Zacualtipán, Hidalgo. Se dispuso de 96 sitios de muestreo en campo (400 m²), tres diseños de muestreo de LiDAR aerotransportado asumiendo muestreos en transectos y

simulación de 10 densidades de retornos. Los modelos GAM demostraron ser eficientes en la estimación (0.76 a 0.92 de R²) de las variables forestales a nivel de transecto LiDAR. El algoritmo RF mostró bondades de ajuste aceptables (0.71 a 0.79 de R²) para estimar las variables a nivel área de estudio. Los estimadores asistidos por regresión presentaron una buena precisión teniendo un error menor del 6 % en el inventario de las variables evaluadas. Se demostró que las muestras por transectos de datos LiDAR son una alternativa viable para la estimación de variables de interés forestal en predios bajo manejo.

Optimización del muestreo para inventario por LiDAR en un bosque bajo manejo

Optimal sample size for LiDAR assisted inventory in a forest under management

Bernardo Galeote Leyva³, José René Valdez Lazalde^{1*}, Gregorio Ángeles Perez¹, Héctor Manuel de los Santos Posadas¹, Juan Manuel Romero Padilla²

1 División de Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

2 Socioeconomía Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

3 Ingeniería forestal, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Lázaro Cárdenas, Puebla.

* Autor para correspondencia: valdez@colpos.mx

El uso combinado de datos de campo (muestreo) y de sensores remotos ha demostrado ventajas en la estimación del inventario de los recursos forestales. La realización eficiente de esta tarea requiere determinar un tamaño de muestra de campo óptimo, considerado como uno de los pasos más importantes al desarrollar un diseño de muestreo. En este estudio se buscó definir un tamaño de muestra de campo mínimo-óptimo para estimar el inventario de variables de importancia forestal conforme a los estándares establecidos en un programa de manejo forestal maderable. En el marco de un procedimiento de estratificación y muestreo en dos fases, se emplearon

estimadores de razón (λ), de razón bajo estratificación (EstRaz) y de regresión (β), utilizando variables auxiliares derivadas de un sensor LiDAR aerotransportado para estimar el inventario en áreas no muestreadas en campo. El tamaño de muestra (n) se calculó para cada estimador bajo diferentes niveles de error por debajo del 10 %. Se demostró que los estimadores de razón bajo estratificación (EstRaz) y de regresión (β) y en dos fases pueden ser tan precisos (2.8 a 4 % de error) con un tamaño de muestra entre 50 y 150 sitios. El estimador de dos fases, combinado con el estimador de razón, demostró ser una alternativa de muestreo en áreas grandes o de difícil acceso.

Predicción del rendimiento de *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Acacia mangium* Willd con la distribución de Weibull

Timber yield prediction of *Eucalyptus pellita* F. Muell and *Acacia mangium* Willd with the Weibull distribution

Montserrat Berenice Sánchez-Banda^{1*}, Héctor Manuel De los Santos-Posadas², José René Valdez-Lazalde², María Angélica Roldán-Cortés¹

¹ Consultora forestal independiente

² Postgrado en Ciencias Forestales. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

* Autora por correspondencia; sanchez.monserrat@colpos.mx

En los últimos 20 años en México, el 30 % de las plantaciones apoyadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), han sido con fines maderables y se encuentran establecidas en Tabasco, Veracruz y Campeche. Las especies plantadas con mayor frecuencia son del género *Eucalyptus*, que, por su rápido crecimiento y adaptabilidad, son apreciadas por la industria. Agropical S.A de C.V. ha establecido un proyecto clonal basado en dos especies de rápido crecimiento: *Eucalyptus pellita* y *Acacia mangium*, lo que lo hace único en México. Los objetivos de la investigación fueron construir un sistema de crecimiento y rendimiento maderable (SCRM) de predicción implícita con la función de distribución de Weibull con datos de plantaciones comerciales de *E. pellita* y *A. mangium* en Huimanguillo, Tabasco,

establecidas por Agropical S.A de C.V. En 2017, se establecieron al azar 525 sitios temporales de 400 m² distribuidos en 987.3 ha de eucalipto y 101 sitios en 281.4 ha de acacia. El análisis mostró que ambas especies presentan índices de sitio de 25, 30, 35 y 40 m a la edad base de 7 años. La proyección del incremento corriente anual (ICA) y del incremento medio anual (IMA) sugiere que el turno técnico en volumen sucede a los 6 años (redondeado por operatividad) para acacia y a los 7 años para eucalipto. Para el índice de sitio (IS) promedio, a la edad del turno, se espera un rendimiento medio de 28.5 m³ ha⁻¹ año⁻¹ de acacia con árboles en categorías diamétricas de 15 a 30 cm; mientras que, para eucalipto, se proyectan árboles distribuidos en las categorías de 15 a 35 cm y un rendimiento de 29.6 m³ ha⁻¹ año⁻¹.

Análisis y mapeo de parcelas permanentes establecidas en el norte de Durango para determinar asociaciones y competencia entre géneros

Analysis and mapping of established parcels established in the north of Durango to determine associations and competition between genders

Jesús Manuel Rascón Ayala¹, Oscar Alberto Aguirre Calderón^{1*}, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Marco Aurelio González Tagle¹, Javier Jiménez Pérez¹, Benedicto Vargas Larreta², José Javier Corral Rivas³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares-Cd. Victoria km 145. Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

2 Instituto Tecnológico de El Salto. Mesa del Tecnológico s/n. C. P. 34942. El Salto, Pueblo Nuevo, Durango, México.

3 Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Bulevar del Guadiana núm. 501, Ciudad Universitaria, Torre de Investigación. C. P. 34120. Durango, Dgo., México.

* Autor de correspondencia. email: oaguirre16@gmail.com

Los procesos ecosistémicos que se realizan dentro de los ecosistemas forestales tienen una relación muy estrecha con la estructura que estos pueden mostrar, por ello poder caracterizarla permite crear mejores estrategias que permitan mantenerlo y mejorarlos. El presente estudio se elaboró a fin de determinar las relaciones y competencia de *Picea chihuahuana*, *Abies*, *Pseudotsuga* y *Cupressus*, con base en el crecimiento, desarrollo y diferentes tipos de mezcla de especies en un bosque templado de Durango. Se empleó un análisis de patrón de puntos para evaluar agregación, mezcla de especies, dominancia y diferenciación dimensional. Los datos dasométricos se obtuvieron de 10 parcelas permanentes

(2500 m²), considerando: diámetro >7.5 cm, altura, azimut y distancia. Se estimó el IVI y diferentes índices de diversidad; además, se analizaron un total de 1576 grupos estructurales. La densidad promedio para las áreas evaluadas fue de 629 N ha⁻¹ destacando *Pinus* con 660 N ha⁻¹, los géneros con mayor IVI fueron *Pinus* y *Picea*. En cuanto a diversidad verdadera la parcela obtuvo el valor más alto. A través del índice de agregación de Clark & Evans, el 90 % de las áreas mostraron una tendencia de agrupación en los géneros incluidos. Por medio de los índices de vecindad las áreas mostraron una mezcla es moderada, con una distribución aleatoria y estructuralmente co-dominante.

Contraste de efectividad y costo de dos métodos de muestreo para bosque coetáneo en el noroeste de México

Contrast of effectiveness and cost of two sampling methods for even age forest in northwestern Mexico

Viridiana Sugey Galván-Moreno^{1*}, Jesús Miguel Olivas-García², Javier Hernández-Salas², Christian Mauricio Kiessling-Davison², Héctor Terrazas-Valenzuela², Joel Rascón-Solano²

1 Estudiante de Maestría en Agronegocios, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

2 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

* Autor para correspondencia: viridiana2910@outlook.com

El objetivo fue evaluar y comparar la precisión de estimación de variables dasométricas, tiempos de levantamiento y costos de dos métodos de muestreo en función de un censo aplicado en una masa coetánea de *Pinus arizonica* Engelm. en el municipio de Guachochi, Chihuahua. Se registraron nueve sitios de dimensión fija y nueve con conteo angular de Bitterlich en puntos de muestreo coincidentes. Se tomaron tiempos de inicio a término por sitio y se encuestó a técnicos de tres municipios de la entidad para determinar los costos de muestreo. El análisis estadístico consistió en desarrollar pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia de 0.05, comparando los registros de ambos métodos con el censo. En número de árboles por hectárea, la diferencia entre los métodos de área fija y Bitterlich fue no significativa ($p=0.863$), encontrando errores de muestreo de 4.91 y 4.45 % respectivamente. El área basal por

ambos métodos no fue estadísticamente diferente ($p=0.421$), y presenta 0.00 y 0.5 % de error en dimensiones fijas y variables respectivamente. El volumen por hectárea estimado tiene un error de 0.40 y 1.96 % para área fija y conteo angular de Bitterlich respectivamente, y la diferencia del volumen estimado es no significativa ($p=0.340$). El tiempo de ejecución presentó diferencias significativas ($p=0.0001$). El sitio de dimensión fija requiere un tiempo medio de 44 minutos y el método de conteo angular 10 minutos 26 segundos. Los costos totales son de \$12,722.51 y \$12,244.06 para muestrear nueve sitios de dimensión fija y nueve de dimensión variable de Bitterlich respectivamente, mostrando diferencias significativas ($p=0.0008$). Se concluye que ambos métodos son estadísticamente aceptables para las variables evaluadas, y que los costos de muestreo por el método de conteo angular de Bitterlich son inferiores al de dimensiones fijas.

Palabras clave: *Pinus arizonica*, precisión de estimación, tiempo de levantamiento, censo, sitio de dimensión fija, conteo angular de Bitterlich,

Densidad de la madera de 66 especies presentes en selva mediana subperennifolia en Coatzacoalcos, Veracruz, México

Wood density of 66 species present in medium sub-evergreen forest in Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico

José Antonio Benjamín Ordóñez Díaz^{1,2,3,4}, Luis Enrique Ortega-Treviño^{1,2*}, Adolfo Galicia Naranjo¹, Anabell Munguia Barcenás^{1,2}, Carlos Mallén Rivera⁴ y Verónica Reyero Hernández².

1 Servicios Ambientales y Cambio Climático, SACC A.C.

2 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

3 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México (ITESM-CCM). Grupo de Energía y Cambio Climático

4 The Climate Reality Project

5 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria para la Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (INIFAP, CENID-COMEF).

* Autor para correspondencia; leot_lito@ciencias.unam.mx

La ubicación en el planeta y la forma de la República Mexicana hace que presente características notables en su territorio, siendo una de esas características notables la vegetación como la selva mediana subperennifolia; así mismo, la vegetación secundaria es una asociación vegetal que se desarrolla después de un disturbio. La densidad de la madera es propia de cada especie vegetal, y depende de la cantidad y tipo de elementos celulares que la constituyen, además de que el cálculo de la biomasa para la estimación de captura de carbono es otro factor en el que la densidad tiene un papel muy importante. El objetivo de esta investigación es recopilar la densidad de la madera de 66 especies presentes en la selva mediana subperennifolia, y proveer una base de datos que pueda ser consultada a futuro en México. Se realizó un inventario florístico en un segmento de 100 ha en selva mediana subperennifolia en Coatzacoalcos, Veracruz, México,

empleando el método de parcelas circulares de 500 m² compensadas con la pendiente de acuerdo a diferentes autores. Con base en la clasificación del tipo de cobertura vegetal de Rzedowski (1978), se registraron las diferentes especies presentes (arbóreas y arbustivas leñosas) en el área de estudio. Posteriormente, para conocer la densidad de la madera de las especies encontradas en dicha cobertura vegetal, se realizó una revisión bibliográfica de la densidad básica de la madera y cotejo en herbarios empleando diferentes fuentes como libros especializados, artículos científicos, bases de datos internacionales, y especialistas en el tema. Se registraron un total de 3,685 individuos de diferentes especies de 57 géneros, enlistando los siguientes valores (mínimo, promedio y máximo del estrato arbustivo y arbóreo) de densidades de la madera para 66 especies.

Palabras clave: densidad, selva mediana subperennifolia, Coatzacoalcos.

Experiencia educativa de drones en silvicultura 4.0, competencias específicas del profesional forestal

Educational experience of drones in forestry 4.0, specific skills of the forest professional

Carlos Medina Tello¹, Pablito Marcelo López Serrano², Víctor Rocha Ramírez³ Andrés Torres Miranda⁴ y María Dolores Uribe Salas^{5*}

1 Tecnológico Nacional de México, Campus Zitácuaro, Zitácuaro, Mich.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez de Durango, Durango, Dgo.

3 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Morelia, Mich.

4 Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Morelia, Mich.

5 Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tarímbaro, Mich.

* Autor para correspondencia: maría.uribe@umich.mx

La tecnología avanza progresivamente a mayor velocidad, impulsando el desarrollo en prácticamente todas las áreas del conocimiento humano. En el ámbito forestal, la tecnología ha venido a aligerar y eficientizar el trabajo en campo, específicamente, el uso de vehículos aéreos no tripulados, amplía las capacidades de muestreo de superficies mayores, impactando favorablemente en estudios de estructura de comunidades vegetales, desarrollo de inventarios y ordenamiento forestal, entre otros, en los que su entendimiento facultará para realizar monitoreos frecuentes, redundando en mayor cuidado de

los bosques a una mayor escala. El propósito del presente trabajo fue el desarrollo de habilidades para pilotar el Mavic 2 Pro DJL. Este equipo cuenta con características que ofrecen un fácil manejo, aunado a un tiempo de vuelo que permite realizar adecuadamente el muestreo programado durante el cual se va recabando en una memoria, la información requerida. Asimismo, la posibilidad de obtener ortofotografías que son imágenes tomadas verticalmente con respecto a un punto en el terreno, y mediante rectificaciones diferenciales, los objetos guardan posiciones horizontales reales.

Modelos Generalizados Altura-Diámetro normal para cuatro especies de encinos en la Sierra Norte de Oaxaca

Generalized height-eight normal diameter models for four oak species in the Northern Sierra of Oaxaca

Antonio Heriberto Jacinto-Salinas^{1*}, Gerardo Rodríguez-Ortiz¹, Wenceslao Santiago-García² y José Raymundo Enríquez-del Valle¹

1 División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233.

2 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. C.P. 68725.

* Autor para correspondencia: antonio12c.salinas@gmail.com

Los modelos generalizados son importantes en el manejo forestal porque permiten obtener estimaciones de alturas con precisión alta, en menor tiempo y costo en los trabajos de inventario forestal. El objetivo fue desarrollar modelos generalizados para estimar altura total en función del diámetro normal y de otros atributos dasométricos del rodal, para cuatro especies de *Quercus* en bosques con manejo forestal de Ixtlán, Oaxaca. La información dasométrica se obtuvo de un inventario forestal de 905 sitios temporales de muestreo con dimensiones de 1000 m². Las especies seleccionadas por su abundancia relativa dentro del predio comunal fueron: *Quercus laurina* Humb. & Bonpl, *Q. crassifolia* Humb. & Bonpl, *Q. rugosa* Née y *Q. candicans* Née. En el análisis se ensayaron cuatro modelos clásicos utilizados en estudios

de biometría forestal. La calidad de los modelos se evaluó con los estadísticos de bondad de ajuste: raíz del cuadrado medio del error (*RMSE*), coeficiente de determinación ajustado ($R^2 adj$) y sesgo promedio absoluto en la predicción ($\bar{E}$), se verificó el cumplimiento de los supuestos básicos de la regresión (la normalidad en la distribución de los errores), a través de la prueba de *Shapiro-Wilk*, así como la significancia de los parámetros mediante la prueba *t-Student* ($\alpha = 0.05$). Para estas especies los modelos explican entre el 79 y 83 % de la variabilidad existente en los datos de altura total. En la realización de los inventarios forestales se recomienda el uso de los modelos generalizados para una estimación rápida de las alturas a nivel del bosque reduciendo los costos y tiempos en los trabajos de campo.

Incremento en diámetro de *Calophyllum brasiliense* Cambess, en asociación con cafetal rusticano en la costa de Oaxaca.

Increase in diameter of *Calophyllum brasiliense* Cambess, in association with rustican coffee plantations on the coast of Oaxaca.

Adrián Hernández-Santiago¹, Verónica Ortega-Baranda^{1*}, Irma Gisela Nieto-Castañeda¹, Edgar Iván Sánchez-Bernal¹, Ricardo García-García¹

¹ Instituto de Ecología, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, 71980, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: ortegabarandav@gmail.com

Los sistemas agroforestales de café modifican positivamente el ambiente y el incremento en diámetro de las especies arbóreas en cafetales. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el incremento en diámetro de *Calophyllum brasiliense* y la relación existente con eventos fenológicos, forma e iluminación de copa, en un sistema agroforestal de café rusticano activo y abandonado en la costa de Oaxaca. Se seleccionaron individuos arbóreos, con diferentes categorías diamétricas de 10 (7,6-12,5 cm), 15 (12,6-17,5 cm), hasta 40 (37,6-42,5 cm), se les instaló bandas dendrométricas a la altura de 1.30 m del suelo. Se tomaron lecturas bimensuales del incremento en diámetro, eventos fenológicos, forma e iluminación de copa. Se realizó un análisis de regresión no lineal para el crecimiento acumulado, ajustándose el modelo potencial; se realizaron Análisis de Varianza, Pruebas de Comparación de Medias y Análisis de Correspondencia Múltiple. En el área de

cafetal abandonado las categorías 10, 30 y 35 fueron estadísticamente similares en el incremento promedio anual (2.33, 2.35 y 2.61 cm año⁻¹), asimismo, fue para el cafetal activo en las categorías 25, 30 y 40 (2.03, 2.06 y 2.93 cm año⁻¹). El mayor incremento promedio anual en diámetro en el cafetal abandonado fue en copas totalmente iluminadas y asimétricas (2.13 y 2.18 cm año⁻¹) y para el cafetal activo las copas parcialmente iluminadas y simétricas (1.89 y 2.12 cm año⁻¹). La emergencia de hojas y la caída de hojas tuvo una correspondencia con el incremento en diámetro en las categorías 10 y 15 en el cafetal abandonado; la correspondencia para las categorías 20, 25 se dio con emergencia de hojas, categoría 15 con emergencia y caída de hojas y la categoría 30 con caída de hojas. *Calophyllum brasiliense* por su lento crecimiento inicial es recomendada para sistemas agroforestales permitiendo aprovechar el terreno para el cultivo del café.

Palabras clave: bandas dendrométricas, crecimiento, fenología, calidad de copa, iluminación de copa, sistemas agroforestales.

Sistema de crecimiento y rendimiento maderable de *Pinus ayacahuite* en bosques de Ixtlán de Juárez, Oaxaca

Growth and yield system of *Pinus ayacahuite* forests in Ixtlán de Juárez, Oaxaca

Karla Mayté Pérez-Vásquez^{1,4}, Wenceslao Santiago-García^{2*}, Faustino Ruiz-Aquino², Gregorio Ángeles-Pérez³, Elías Santiago-García⁴

1 Ingeniería Forestal, Universidad de la Sierra Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

2 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

3 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

4 Dirección Técnica Forestal de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Ixtlán de Juárez. Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

Describir de manera cuantitativa la dinámica de crecimiento de un rodal es posible mediante el uso de sistemas de crecimiento y rendimiento maderable, las herramientas silvícolas de mayor importancia en la planeación del manejo forestal, debido a que emplean como variables de entrada características del sitio y, además, permiten proyectar distintos escenarios para el manejo de las masas forestales. El objetivo de este estudio fue construir un sistema de crecimiento y rendimiento maderable para *Pinus ayacahuite* de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Se utilizaron 24 parcelas de muestreo de 400 m², mediante el conteo de anillos en núcleos de crecimiento se reconstruyó un estado inicial y se ajustaron modelos dinámicos. En el enfoque de totalidad de rodal se ajustaron sistemas de ecuaciones compatibles para diámetro dominante, área basal y volumen; con los cuales se generó una tabla de rendimiento. El enfoque de

distribuciones diamétricas se generó a través de la función de densidad de probabilidad de Weibull mediante dos métodos de estimación: predicción de parámetros y predicción de percentiles, de los que destaca este último por su similitud con el rendimiento maderable observado al utilizar los percentiles 61 y 80 de la distribución diamétrica; además se ajustaron ecuaciones para proyectar el diámetro mínimo y diámetro cuadrático y así, realizar la recuperación de parámetros en el tiempo. El enfoque de árbol individual incluyó el ajuste de modelos compatibles para predecir el crecimiento en diámetro normal, utilizando como variables predictoras el área basal explícita y la edad del árbol. Los modelos generados en esta investigación contribuyen al conocimiento de la dinámica natural de *Pinus ayacahuite*, y representan una herramienta conveniente para la planeación y toma de decisiones de manejo forestal.

Predicción de variables dasométricas mediante modelos lineales mixtos y datos de LiDAR aerotransportado

Prediction of dasometric variables using linear mixed models and airborne LiDAR data

Alma Delia Ortiz-Reyes^{1*}, Efraín Velasco-Bautista¹, Arian Correa-Díaz¹, Gregorio Ángeles-Pérez²

1 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Ciudad de México, México.

2 Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. 56230, México

* Autor para correspondencia: ortiz.delia@inifap.gob.mx

La estimación adecuada de parámetros dasométricos como área basal (AB), biomasa aérea (B) y volumen maderable (VOL) en bosques bajo manejo, es un requisito primordial para cuantificar el papel de los bosques en la mitigación del cambio climático. En este contexto, los inventarios forestales representan la técnica general para estimar los parámetros dasométricos, sin embargo, representan un mayor consumo de tiempo y recursos. Por su parte, el uso de datos derivados de sensores remotos en la predicción de dichas variables ofrece un abanico de posibilidades como herramienta auxiliar en las actividades forestales. El objetivo de este estudio fue modelar la influencia del arreglo espacial de sitios de muestreo dentro de conglomerados en la predicción de variables dasométricas, mediante el uso de modelos lineales mixtos, en un bosque templado bajo manejo en Zacualtipán, Hidalgo. Se consideró que las unidades

de muestreo en conglomerados presentan correlación espacial respecto a las mismas distribuidas de manera independiente en el terreno. Se utilizaron métricas derivadas de datos LiDAR (Light Detection And Ranging) para ajustar los modelos. Las métricas relacionadas a la altura y densidad de la vegetación presentaron las mayores correlaciones de Pearson (0.52 – 0.86) con la variable dasométrica de interés y estas fueron empleadas como predictores en los modelos ajustados. Los resultados indican que el efecto aleatorio del conglomerado y una función de varianza aplicados a los modelos mejoró significativamente la heterocedasticidad presente, toda vez que incluyó la correlación espacial de los sitios. Este trabajo muestra el potencial de usar modelos lineales mixtos para aprovechar la dependencia entre los sitios de un mismo conglomerado y mejorar las estimaciones tradicionales que no modelan esta relación jerárquica.

La vegetación arbórea de la Universidad del Mar

The tree vegetation of the Universidad del Mar

Laura Elisa Mendoza Ruiz ^{1*}, Rolando Galán Larrea², Gricelda Valera Venegas⁴, Juana Laura Rivera Nava³, Celestino Sandoval García⁴, Erik Pablo Carrillo³

¹ Ingeniería Forestal, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

² Instituto de Ecología, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

³ Instituto de Genética, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

⁴ Instituto de Industrias, Universidad del Mar - Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: e-mail: lauramendozanatur@outlook.es

En la región Costa de Oaxaca, se realizó un estudio de estructura y composición de la vegetación arbórea en los Campus: Puerto Escondido, Puerto Ángel y Huatulco, pertenecientes a la Universidad del Mar. Se establecieron sitios de muestreo de 100 m², considerando individuos arbóreos a partir de 2.5 cm de diámetro normal (DN); y utilizando los índices: riqueza específica (S), índice de Margalef (D_g), índice de Simpson (DS), índice de Shannon-Wiener (H'), índice de Sorensen (IS), índice de Jaccard (IJ) e Índice de Valor de Importancia (IVI). En el Campus Puerto Escondido, se encontraron 607 individuos, distribuidos en 15 familias, 33 géneros y 35 especies; en el Campus Puerto Ángel, 551 individuos, pertenecientes a 18 familias, 32 géneros y 39 especies; y en el Campus Huatulco, 1242 individuos, distribuidos en 26 familias, 56 géneros y 72 especies; siendo la familia Fabaceae la más representativa de los tres Campus, el mayor registro de individuos se concentró en la categoría diamétrica de 5 cm, y en

el estrato bajo (2.5 m-7.5 m). Los mayores valores de IVI para Puerto Escondido fueron: *Ceiba pentandra* (13.9 %), *Gliricidia sepium* (7.9 %), *Guazuma ulmifolia* (7.3 %), *Acacia farnesiana* (7.1 %); para Puerto Ángel: *Apoplanesia paniculata* (9.3 %), *Caesalpinia eriostachys* (8.9 %), *Spondias purpurea* (8 %) y *Simarouba glauca* (7.4 %); y para Huatulco: *Crataeva tapia* (6.9 %), *Apoplanesia paniculata* (5.8 %) y *Havardia campylacanthus* (4.5 %). Los tres Campus presentan "alta diversidad con dominancia de algunas especies", Puerto Escondido con *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia*; y para los Campus Puerto Ángel y Huatulco con *Apoplanesia paniculata*. Los Campus tienen en común, 10 familias, 13 géneros y 12 especies; el índice de Jaccard indica "no hay similitud entre los Campus", el índice de Sorensen muestra que los Campus Puerto Escondido-Puerto Ángel, y Puerto Ángel-Huatulco, tienen "poca similitud"; definiendo a los Campus como "similitud florística baja".

Palabras clave: campus, índice, diversidad, similitud florística.

Sistemas aditivos de volumen para tres especies de pino en el sur de México

Additive volume systems for three pine species in Southern Mexico

Wenceslao Santiago-García^{1*}, Juan Carlos Tamarit-Urias², Gerardo Rodríguez-Ortiz³, Elías Santiago-García⁴, Gerónimo Quiñonez-Barraza⁵, Martín Aquino-Ramírez⁶

1 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Martinito. San Martinito Tlahuapan, Puebla, México.

3 División de Estudios de Postgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca.

4 Dirección Técnica Forestal de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

5 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Durango, México.

6 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Edzná. Campeche, Campeche, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

Los modelos de volumen constituyen una herramienta importante para la cuantificación de las existencias maderables y optimizar el aprovechamiento de los recursos forestales. El objetivo del estudio consistió en generar modelos de volumen a partir de ecuaciones independientes y simultáneas de una y dos entradas para el volumen total árbol y volumen fustal para *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham, *P. pseudostrobus* Lindl., y *P. douglasiana* Martínez, especies de interés maderable en los bosques de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Las muestras analizadas se obtuvieron de 56 árboles de *P. patula*, 51 árboles de *P. pseudostrobus* y 65 árboles de *P. douglasiana*, distribuidos en un intervalo amplio de diámetros y alturas. Se analizaron seis modelos de una entrada y seis modelos de dos entradas. El análisis estadístico se realizó utilizando técnicas

basadas en regresión lineal y no lineal y ajuste simultáneo. En la selección de los modelos mejores se utilizaron estadísticos de bondad de ajuste clásicos en estudios de modelación forestal. En las tres especies de pino analizadas, el modelo de Berkhout presentó los ajustes mejores para predecir volumen total árbol y volumen de fuste en tarifas de una entrada, en tanto que para las tarifas de dos entradas el modelo más adecuado fue Schumacher-Hall. La implementación de modelos aditivos, mejoró significativamente los parámetros estimados. Estos sistemas permiten estimar volumen de fuste, volumen de ramas y volumen total árbol tanto de forma directa como aditiva, por tanto, se sugiere su utilización en la elaboración de programas de manejo forestal, porque predicen con mayor veracidad las existencias maderables.

Ajuste y validación de modelos de crecimiento en altura dominante e índices de sitio para *Pinus oaxacana* Mirov

Fit and validation of growth models in dominant height and site indexes for *Pinus oaxacana* Mirov

Wenceslao Santiago-García^{1*}, Edith Beteta-Montaña¹, Gerardo Rodríguez-Ortiz², Mario Ernesto Suárez-Mota¹, Martín Aquino-Ramírez³, Adán Nava-Nava⁴, Faustino Ruiz-Aquino¹

1 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

2 División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca.

3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Edzná. Campeche, Campeche, México.

4 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

Los modelos de índice de sitio permiten caracterizar la productividad del rodal y definir estrategias de manejo para cumplir con objetivos de producción y conservación de los recursos forestales. El objetivo de este estudio fue ajustar y validar modelos de crecimiento en altura dominante e índice de sitio para *Pinus oaxacana* Mirov. La base de datos se derivó de 4 inventarios en 44 parcelas permanentes de muestreo y de 58 parcelas temporales de muestreo, establecidas en rodales coetáneos de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Los datos fueron particionados aleatoriamente en subconjuntos de 50 %, 60 %, 70 % y 80 % para los ajustes y el resto de cada subconjunto se empleó en la validación cruzada. Los modelos ajustados fueron Korf, Hossfeld IV y Chapman-Richards, en sus expresiones ADA

(diferencia algebraica) y GADA (diferencia algebraica generalizada), mediante el método iterativo anidado bajo mínimos cuadrados no lineales. Los modelos que presentaron los estadísticos mejores en el ajuste y validación fueron: en ADA, Korf anarmórfico b_0 (70 %) y Korf polimórfico b_1 (80 %); en GADA, Chapman-Richards (70 %) y Korf (80 %), con los cuales se construyeron curvas de índice de sitio. El modelo GADA de Chapman-Richards presentó el comportamiento gráfico más adecuado y se recomienda para clasificar la productividad de los rodales. El modelo de altura dominante e índice de sitio aplicado en la cuantificación del potencial productivo de los rodales de *P. oaxacana*, constituye una herramienta de apoyo para el manejo forestal sustentable de esta especie en los bosques de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

Palabras clave: diferencia algebraica, diferencia algebraica generalizada, método iterativo anidado, parcelas permanentes y temporales.

Composición, estructura y diversidad de especies leñosas en tres exposiciones de ladera en el Parque Público "Cerro del Obispado"

Composition, Structure and Diversity of woody species in three hillside exposures in the "Cerro del Obispado" Public Park

Diana Lizbeth Casas-González^{1*}, Eduardo Alanís-Rodríguez², Víctor Manuel Molina-Guerra³, José Alfonso Rodríguez-Rodríguez⁴

1 Estudiante de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares–Cd. Victoria km 145. Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

2 Profesor–Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares–Cd. Victoria km 145. Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

3 Área de Conservación e Investigación RENAC, S.A DE C.V. Perlitas 127, C.P. 67710. Fracc. Las Glorias, Linares, N. L. México.

4 Parques y Vida Silvestre del estado de Nuevo León. Av. Alfonso Reyes Norte #1000 Interior Parque Niños Héroes, Colonia Regina, Monterrey, Nuevo León.

* Autor para correspondencia: dianalizbeth@live.com.mx

Con el fin de brindar elementos para la toma de decisiones en futuros programas de manejo, se caracterizó la vegetación del matorral submontano albergado en el Área Natural Estatal Protegida 'Parque Público del Cerro del Obispado', ya que no se han reportado actualizaciones de datos cuantitativos y científicos que permitan dar seguimiento a nuevas líneas de investigación. Para ello, se registró la altura, cobertura, e identidad taxonómica de los individuos ($d_{0.10m} \geq 3$ cm) en las tres exposiciones de ladera que presenta el Cerro del Obispado; posteriormente se analizaron variables estructurales de abundancia relativa (A_i), frecuencia relativa (F_i) y dominancia relativa (D_i) y con ellos determinar los Índices de Valor de Importancia (IVI). En total se registraron 17 especies arbóreas y arbustivas pertenecientes a 12 familias. La familia con mayor riqueza fue *Fabaceae*, con seis especies. Las especies con mayor valor de

importancia en el parque fueron *Leucaena leucocephala*, *Zanthoxylum fagara* y *Opuntia engelmannii*, cuyos respectivos índices de valor de importancia fueron 55.4 %, 42.9 % y 36 %. A nivel más específico, las comunidades vegetales se integran principalmente, según su IVI, en la parte NE con *Neopringlea integrifolia* (64.5 %), *Opuntia engelmannii* (51.3 %) y *Zanthoxylum fagara* (49 %). En la exposición SW, *Leucaena leucocephala* (48.5 %), *Zanthoxylum fagara* (45.4 %) y *Leucophyllum frutescens* (41.9 %). Y la NW *Leucaena leucocephala* (81.5 %), *Zanthoxylum fagara* (37.3 %) y *Amyris texana* (32.2 %). De esta manera, este estudio permitió documentar los efectos de la orientación de ladera sobre la composición florística y estructural de las comunidades vegetales del Cerro del Obispado y explorar algunas variables que ayuden a explicarlas.

Palabras clave: riqueza de especies, índice de valor de importancia, índice de Margalef, índice de Shannon-Wiener, variables estructurales.

Ecuaciones ecorregionales para estimar el diámetro normal a partir del tocón de cuatro especies arbóreas en Jalisco, México

Ecoregional stump models for predicting diameter at breast height from stump dimensions for four tree species in Jalisco, Mexico

Jaime Roberto Padilla-Martínez^{1*}, José Javier Corral-Rivas², Benedicto Vargas-Larreta³

1 Department of Forest Economics and Sustainable Land-use Planning, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, University of Göttingen. Büsgenweg 1, 37077. Göttingen, Germany.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan y Boulevard Durango S/N, 34120. Durango, México.³

2 Instituto Tecnológico Forestal No. 1. Mesa del Tecnológico s/n. Apdo. Postal No. 2, El Salto P.N., 34950 Durango, México.

* Autor para correspondencia: jaime.padilla@uni-goettingen.de

Para determinar la estructura de una masa forestal previa a un disturbio, se emplean ecuaciones cuyo fin es estimar el diámetro normal a partir de las dimensiones del tocón del arbolado afectado. Dichas ecuaciones se realizan basándose en las unidades de manejo forestal, que son regiones con condiciones físicas, ambientales, sociales y económicas específicas que las diferencian con otras. El objetivo del presente estudio es evaluar diferencias significativas entre modelos específicos por región y por conjunto de regiones de cuatro especies de pino en Jalisco, México. Para ello se aplicaron las pruebas de F asociada al método de la suma adicional de cuadrados no lineales y de razón de verosimilitud, que consisten en la comparación entre un modelo reducido, el cual no distingue entre regiones, y un modelo completo,

que distingue entre dos o más regiones. Con el fin de evaluar si las diferencias entre regiones están determinadas por los datos analizados, se generó una base de datos adicional con el mismo número de individuos por clase diamétrica por especie y región tomados al azar. Del total de 21 ecuaciones posibles, la base de datos original presentó 4 combinaciones sin diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) en ambas pruebas, mientras que la base de datos balanceada presentó 10. Como resultado, el total de ecuaciones se redujo de 21 a 13 empleando la base de datos balanceada. En conclusión, la diferencia entre las dos ecuaciones desarrolladas para la misma especie en dos regiones, puede atribuirse a la desemejanza entre el número de individuos por clase de diámetro de las muestras.

Aplicación web para la cubicación con clasificación de productos de especies forestales en Jalisco, México

A web application for merchantable tree volume prediction in Jalisco, Mexico

Jaime Roberto Padilla-Martínez^{1*}, Ulises Diéguez-Aranda², Manuel Arias-Rodil², José Javier Corral-Rivas³

1 Department of Forest Economics and Sustainable Land-use Planning, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, University of Göttingen. Büsgenweg 1, 37077. Göttingen, Germany.

2 Unidad de Gestión Ambiental y Forestal Sostenible (UXAFORES), Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela, Benigno Ledo s/n, Campus Terra, 27002 Lugo, Spain.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan y Boulevard Durango S/N, 34120. Durango, México.

* Autor para correspondencia: jaime.padilla@uni-goettingen.de

El Estado de Jalisco cuenta con una compilación de ecuaciones biométricas para la estimación volumétrica de sus recursos forestales, la cual incluye 99 ecuaciones para la estimación del volumen comercial con clasificación de productos de 27 especies en 7 regiones forestales. Sin embargo, su aplicación se ve limitada debido a la complejidad de la estimación del volumen con clasificación de productos; ya que requiere múltiples estimaciones del diámetro a diferentes alturas. Por lo cual, el objetivo del presente estudio fue generar una aplicación web, utilizando el paquete Shiny del programa estadístico R, para la estimación del volumen comercial, empleando la función de perfil de Fang y colaboradores. La aplicación presenta tres interfases: i) información dasométrica, sección donde el usuario ingresa el diámetro normal (cm),

la altura total (m) y la especie del arbolado para su estimación, además el sistema puede estimar la altura de los árboles sin registro de esta variable; ii) distribución de productos, sección en la cual el usuario especifica el diámetro mínimo (cm), longitud (m) y el precio (pesos M.N./m³) de los productos, en la cual se especifica si los resultados serán presentados a nivel de especie, producto o por especie y producto; iii) resultados, sección que permite visualizar la clasificación de productos del arbolado muestreado con base en las especificaciones, la cual puede ser descargada. Como conclusión, el uso de aplicaciones web puede ser una alternativa para facilitar la comprensión e implementación de los modelos desarrollados por la comunidad científica en el área de la dasometría.

Modelo de simulación selvícola para las plantaciones de teca en el Estado de Tabasco (México)

Silvicultural simulation model for teak plantations in the State of Tabasco (Mexico)

Djhon Minoche¹, Celia Herrero^{1,2}, Cristóbal Ordoñez¹ y Pablo Martínez-Zurimendi^{1,3*}

1 Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Valladolid, Palencia, España.

2 ECM Environment Engineering, S.L. Palencia, España

3 El Colegio de la Frontera Sur Unidad Villahermosa, Villahermosa, Tabasco, México

* Autor para correspondencia; pmartinez@ecosur.mx

La modelización forestal es una herramienta útil en la investigación y en la gestión forestal. El desarrollo del Simulador de Alternativas Forestales (SiManFor) constituye una herramienta práctica para simular escenarios selvícolas en masas naturales y plantaciones forestales. Este estudio tiene como objetivo proponer un modelo de simulación para las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) en el Estado de Tabasco en México. El estudio se llevó a cabo en diez plantaciones de teca en los municipios de Cunduacán, Teapa, Jalapa, Cárdenas y Balancán, en el estado de Tabasco, en el sureste de México. Para ello, se han utilizado datos provenientes de 35 parcelas permanentes de muestreo con mediciones del diámetro normal (dn) en cuatro periodos consecutivos. Se llevó a cabo una amplia revisión bibliográfica con

el fin de elegir los modelos de crecimiento más adecuados y así programarlos en la plataforma SiManFor. Con los resultados obtenidos del simulador para la evolución de esas parcelas se procedió a realizar una validación entre los valores observados y predichos, de las variables volumen, altura dominante y área basimétrica. Las variables cumplieron con los supuestos estadísticos del análisis de validación de los modelos. Finalmente se presentan cuatro simulaciones representadas en una tabla de producción, con lo que se sustentó la propuesta selvícola para las diez plantaciones de teca estudiadas. La simulación se ajusta aceptablemente a la evolución de los rodales. Se presenta un modelo de simulación selvícola para teca en la plataforma SiManFor. Se proponen dos modelos de evolución, con densidad alta y baja.

Crecimiento de dos poblaciones naturales y una plantación de *Pinus nelsonii* Shaw en el Noreste de México

Growth of two natural populations and a plantation of *Pinus nelsonii* Shaw in Northeast Mexico

Celestino Flores-López^{*1}, Reyna de Jesús Arredondo-Delgado¹, José Aniseto Díaz-Balderas¹, Jorge Méndez-González¹, Salvador Valencia-Manzo¹, Eladio Heriberto Cornejo-Oviedo¹

¹ Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

* Autor para correspondencia; cele64@gmail.com

Pinus nelsonii es un piñonero de las zonas semiáridas del noreste de México y es una especie enlistada bajo la categoría peligro de extinción (P) en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Este trabajo tuvo como objetivo comparar el crecimiento en diámetro a la base (cm) y la altura (m) de *P. nelsonii* entre dos poblaciones naturales y una plantación en el noreste de México utilizando el método de taladro de Pressler para realizar curvas de crecimiento. En total se seleccionaron 92 árboles para obtener virutas de crecimiento y por medio del conteo de anillos conocer la edad. Se emplearon cuatro modelos de crecimiento Schumacher, Chapman-Richards, Logístico y Gompertz y se utilizaron los estadísticos de comparación, el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}) y el cuadrado medio del error (CME). En el rango de edades de 20 a 40 años se realizó una comparación de

medias con el estadístico t a un nivel de significancia de 0.05. Los resultados muestran que el modelo Schumacher describe mejor el crecimiento en ambas variables, mostrando los mejores criterios de bondad de ajuste, seguido por Chapman-Richards. *P. nelsonii* es una especie de lento crecimiento en comparación con algunos piñoneros y especies de pino de rápido crecimiento. El crecimiento de *Pinus nelsonii* en el rango de 20 a 40 años de edad se encontraron diferencias significativas en crecimiento tanto en diámetro a la base como en altura entre las poblaciones naturales y la plantación. La localidad Joyas de San Lázaro, Nuevo León, presentó mayor crecimiento para ambas variables, sobre la plantación en El Derramadero, N.L. y la localidad Miquihuana, Tamaulipas, respectivamente. La plantación sobresalió en crecimiento, para ambas variables, a la localidad de Miquihuana.

Estructura y composición arbórea del bosque de galería del Parque Natural La Estanzuela, Monterrey, Nuevo León, México

Structure and arboreal composition of the gallery forest of La Estanzuela Natural Park, Monterrey, Nuevo León, México

Ana Patricia Montiel Rojas^{1*}, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Víctor Manuel Molina Guerra² Eduardo Javier Treviño Garza¹, Oscar Alberto Aguirre Calderón¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

² RENAC, S.A. de C.V., Linares, Nuevo León, México

* Autor para correspondencia: patyrojaas@gmail.com

Los bosques de galería se encuentran en zonas cerca de ríos y arroyos, son franjas de vegetación que padecen variaciones por eventos climatológicos en épocas de invierno debido a inundaciones y a sequías en verano. En el Parque Nacional Cumbres de Monterrey existe un bosque de galería en el Parque Natural La Estanzuela, junto al río "El Calabozo" que forma parte de la cuenca con el mismo nombre, localizado en el municipio de Monterrey, en altitudes de 800 a 1,200 m, cuenta con una extensión de 895.3 ha. El objetivo de esta investigación fue evaluar la estructura y composición arbórea del bosque de galería, ya que es fundamental para el planeamiento, desarrollo y ejecución de planes de manejo o desarrollo, la información recabada puede ser utilizada para realizar propuestas de conservación o restauración de áreas impactadas por factores externos. Se utilizó un muestreo

aleatorio, mediante mallas de puntos estableciendo 8 sitios al azar de 10 x 50 metros, realizando la caracterización durante el periodo del 19 al 28 de abril del 2021. Los datos colectados fueron altura total, diámetro de copa, diámetro de fuste; con los cuales se determinó la abundancia, frecuencia, índice de valor de importancia (IVI), y dominancia relativa, así como la estimación de riqueza de especies, según el Índice de Margalef (D_{Mg}) y el índice de Shannon-Weaver (H') para la diversidad alfa. Se registraron un total de 16 especies arbóreas, la especie más frecuente en los 8 sitios fue *Quercus polymorpha*, seguida de *Populus alba* y *Croton cortesianus*. El número de especies fue disminuyendo conforme aumentaba la altitud, registrando 11 especies en el primer sitio a 740 m y tres especies en el último sitio a 920 m.

Ajuste de funciones de ahusamiento y volumen para *Pinus pseudostrobus* Lindl. en el sur del estado de Nuevo León, México

Adjustment of taper functions for *Pinus pseudostrobus* in the southern state of Nuevo León, Mexico

Angelina Bautista-Cruz¹, Rigoberto González-Cubas^{*2}, Eduardo Javier Treviño-Garza¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: rigocubas_11@hotmail.com

Las ecuaciones que describan el volumen y distribución de productos forestales de árboles del género *Pinus* son una necesidad y pieza clave para los manejadores de bosques en México. Las funciones de ahusamiento y volumen que describen el perfil fustal representan una alternativa en la estimación de las dimensiones y los volúmenes maderables comerciales de cualquier sección del fuste. Este trabajo tiene como objetivo ajustar modelos compatibles de ahusamiento y volumen para *P. pseudostrobus* Lindl. Los diámetros se midieron a diferentes alturas en 100 árboles, considerando todas las categorías diamétricas. Como primer paso para realizar los ajustes de los modelos, se calculó el volumen de cada sección o troza con la fórmula de Smalian y la parte final que correspondió a la punta, con la fórmula del cono, la

base de datos se sometió a la evaluación de modelos de sistemas compatibles de ahusamiento-volumen que incluyen modelos segmentados. El ajuste se realizó a través de Máxima Verosimilitud con Información Completa (FIML), los criterios estadísticos de selección fueron el Coeficiente de Determinación (R^2 ajustada) la suma de cuadrado del error (SCE), el cuadrado medio del error (CME), la Raíz del Cuadrado Medio del Error (RCME) y el valor de verosimilitud (LogLik). El mejor ajuste se obtuvo con el modelo compatible de Fang, el cual presenta una R^2 de 96, SCE de 4061.4, CME de 9.9545 y RCME de 3.1551 y LogLik de -1062. El sistema generado presenta mejor solidez estadística para estimar los volúmenes comerciales a diferentes secciones del árbol, el diámetro a cualquier altura y la altura a cualquier diámetro.

Dominant height growth models with explicit variance formulations

Modelos de altura dominante con formulaciones explícitas de varianza

Gerónimo Quiñonez-Barraza^{1*}, Cristian Montes²

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, México). Carretera Durango–Mezquital km 4.5. Durango DGO. 34170 México.

2 Warnell School of Forestry and Natural Resources, University of Georgia, 180 E Green Street, Athens, GA, USA.

* Corresponding author: quinonez.geronimo@inifap.gob.mx

Dominant height growth equations have been widely studied in forestry literature in the last two decades. The mean response for a panel time series not only is the most important in modeling but also the variance formulation is a good way to show both responses for site index models. The main purpose of this study was to fit several growth models based on algebraic difference approach (GADA) to describe simultaneous projections of mean and variance responses for panel data of time growth series of Aztec pine (*Pinus teocote* Schied. ex Schltdl. & Cham.) in Durango, Mexico. The panel data considered 50 stem analyses for 3,669 pairs of height-age relationships. The GADA model was derived from

Chapman-Richard's equation and was fitted by dummy variables approach with site-specific parameters through an iterative maximum likelihood approach. Also, ten variance models were included for both prediction of mean and variance responses. Some fitting statistics such as RMSE, Bias, AIC, BIC, and LogLik were used to test the performance of each model. The best model showed a RMSE value of 0.885 m and the worst equation a value of 1.093 m, as well AIC values of 92.877 and 97.175 were reported for the best and worst models, respectively. The equation with explicit heteroskedastic variance models could be used for predictions and projections of both mean and variance responses.

Back to Basic: dominant height growth model for Aztec pine with a long forest inventory dataset

Regresando a lo básico: modelo de crecimiento de altura dominante para *Pinus teocote* con datos de inventario forestal

Gerónimo Quiñonez-Barraza^{1*}, Juan Carlos Tamarit-Urias², Wenceslao Santiago-García³, Jonathan Hernández-Ramos⁴

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, Mexico). Carretera Durango–Mezquital km 4.5. Durango DGO. 34170 Mexico.

2 INIFAP- Campo Experimental San Martinito. San Martinito Tlahuapan, Puebla, 74100 México.

3 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez. Avenida Universidad. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, 68725 México.

4 INIFAP- Campo Experimental Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo, 77964 México.

* Corresponding author: quiononez.geronimo@inifap.gob.mx

Lately the forest modeling is coming back to basics and the growth height models can be applied to a long forest inventory dataset. In this study a long forest inventory dataset of 7,941 dominant trees for Aztec pine (*Pinus teocote* Schied. ex Schltdl. & Cham.) was used to model the height–age relationship in mixed–species forests from Durango Mexico. In this regard, the main purpose of study was to fit eight popular growth models with three parameters each of them and generate a complex formulation of algebraic difference approach (C-ADA) for anamorphic and polymorphic site index equations. The basic models were fitted by general nonlinear squares method and a ranking system was improved to evaluate the performance of growth equations. The C-ADA formulations were generated for each parameter of the eight fitted models after these were fitted and compared.

The ranking system considered ten fitting statistics (e.g. RMSE, Bias AIC, and LogLik) and each of them was ranked from best to worse model. Levakovic's equation performed the top one for combined fitting statistics in ranking system and the Logistic model the poorest. The relative standard error of estimate ranged from 26.06 % to 26.06 % and the explained variance with coefficient of determination range from 20.63 % to 20.69 % as well. Results showed that both anamorphic and polymorphic equations had a good representation of the long forest inventory dataset for several symmetric site index classes at a base age of 90 years. In conclusion the dataset comes from conventional forest inventories that could be suitable information for modeling the dominant height–age relationship when other sources are not available.

Fotogrametría con drones y softwares libres en un predio particular del municipio de Guachochi, Chihuahua

Photogrammetry with drones and free software in a private property in the municipality of Guachochi, Chihuahua

Roberto Loera Chaparro^{1*}, Luis Gustavo Silvas Baca¹, Cynthia Danay Rivas Meras¹, Jesús Manuel Rascón Ayala¹

¹ Universidad Tecnológica de la Tarahumara. Carretera Guachochi-Yoquivo Km. 1.5, Colonia Turuseachi, Cd. Guachochi, Chihuahua, México. C.P. 33180.

* Autor para correspondencia: rloera@uttarahumara.edu.mx.

La utilización de drones alcanzó relevancia en los últimos años como una alternativa viable para la evaluación de los recursos naturales, estos proporcionan información a través de fotografías aéreas en tiempo real. Los objetivos del estudio fueron: 1) Realizar un procesamiento fotogramétrico utilizando softwares libres. 2) Comparar la estimación de altura total de árboles de manera convencional y estimada a partir de nubes de puntos, así como con la sombra proyectada de la ortofoto generada con drones. Se realizaron vuelos en una superficie de 21 hectáreas en el predio particular el Rosado del cerrito, se generó la nube de puntos y la ortofoto georreferenciada. Se utilizó un dron Phantom 4 pro a una altura de 70 metros del nivel del suelo con un traslape al 75 %. Así mismo se levantaron puntos de control en tierra para obtener mayor precisión al momento de generar la georreferenciación del Orto

mosaico. El procesamiento se realizó con el software Open Drone Map. Así mismo se utilizó QGIS para realizar los cortes, unión y georreferenciación de las capas que se generaron. Se realizaron sitios de muestreo donde se estimó la altura de árboles con clinómetro para posteriormente compararlas con las estimaciones de nube de puntos y sombras proyectadas de la ortofoto. Se logró generar la ortofoto georreferenciada para el predio particular Rosado del cerrito, en cuanto a la estimación de alturas totales de árboles de acuerdo al ANOVA se obtuvo un valor de ($p < 0.05$) donde no se encontraron diferencias significativas entre las tres formas de estimación, lo cual da pauta para profundizar más en las estimaciones de variables de árboles utilizando drones ya que podrían facilitar la planeación y estimación del inventario forestal.

Composición y diversidad arbórea de un bosque de coníferas en el suroeste de Chihuahua, México

Floristic Composition And Diversity of a Coniferous forest in Southwest of Chihuahua, México

Juan Martín Villela-Suárez¹, Guadalupe Geraldine García-Espinoza¹, Jonathan Jesús Marroquín-Castillo¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Eduardo Javier Treviño-Garza¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares-Cd. Victoria km 145. Apartado Postal 41. C. P. 67700, Linares, N. L. México.

Se evaluó la composición y diversidad arbórea de un bosque de coníferas en el suroeste del estado de Chihuahua. Los datos empleados provienen de 10 130 sitios de muestreo evaluados en 2013, en rodales bajo manejo silvícola, se registró información sólo para las especies arbóreas con diámetro normal mayor a 7.5 cm, las variables cuantificadas fueron: especie, número de árboles, diámetro normal, área basal y altura total. Se estimaron los índices de Margalef (D_{Mg}), Shannon-Weiner (H') y los parámetros ecológicos de abundancia (AR_i), dominancia (DR_i) y, frecuencia (FR_i)

relativas e índice de valor de importancia ecológica (IVI) de cada especie. Se obtuvo un listado de especies arbóreas compuesto por las familias: Pinaceae representada por cuatro géneros y diez especies, Fagaceae: dos géneros y dos especies, Cupressaceae: dos géneros y una especie y Ericaceae: un género y una especie. *Pinus duranguensis* Martínez presentó los valores relativos más altos de abundancia, dominancia y frecuencia. Las especies de mayor importancia ecológica fueron *Pinus duranguensis* y *Quercus sideroxylla* Humb. & Bonpl.

Efecto de la resinación en el ahusamiento y volumen comercial de pinos en plantaciones de Veracruz, México

The effect of tapping on taper and merchantable volume on a pine forest plantation at Veracruz, Mexico

Mayra Rocío Ramírez-Vargas¹, Héctor Manuel De los Santos-Posadas^{1*}, José René Valdez-Lazalde¹, José Valentín Reyes-Hernández¹, J Carmen Ayala-Sosa²

1 Campus Montecillo, Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

2 División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: hmsantos@colpos.mx

En el municipio de Las Choapas, Veracruz, México se han establecido plantaciones de *Pinus caribaea*, *Pinus elliottii* y el híbrido entre estas especies con el propósito de producir materia prima para la industria resinera y aprovechar la madera. La forma del fuste de un árbol es una característica morfológica correlacionada positivamente con la producción de madera y resina. Para describirlo se utilizan factores de forma y el ahusamiento, los cuales se obtienen mediante métodos analíticos. El objetivo de este estudio fue obtener y comparar los factores de forma y el ahusamiento de árboles resinados y no resinados para tres procedencias de pinos tropicales y el ajuste de un sistema compatible que estime su ahusamiento y volumen comercial. Se realizaron mediciones directas a 198 árboles en todas las categorías diamétricas de la plantación. Los parámetros de los modelos ajustados se obtuvieron mediante análisis de regresión lineal y no

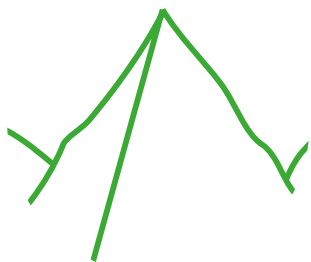
lineal complementándolos con pruebas de adicionalidad y variables indicadoras (*dummy*) para identificar el efecto de las procedencias en el factor de forma y entre árboles resinados y no resinados. Se encontró que la procedencia (L1) *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no resinada presenta una forma cercana al paraboloide mientras que la procedencia (L5) sometida a resinación que corresponde al híbrido de *Pinus caribaea* y *Pinus elliottii* acumula más volumen comercial que la no resinada y, no tiene una tasa de reducción marcada en el diámetro de la base del árbol con respecto a la misma procedencia no sometida a resinación. En volumen total los árboles no resinados producen aproximadamente 2.8 % más volumen que los resinados y esta diferencia no es estadísticamente significativa ($P < 0.01$). El modelo de Demaerschalk estima con un 98.7 y 97 % la variabilidad en volumen comercial y ahusamiento.

Palabras clave: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus elliottii* var. *elliottii*, factor de forma, sistema compatible, variables *dummy*.



CAPÍTULO VI

Manejo del Fuego Forestal



Los incendios forestales en México han establecido un rol transcendental en la dinámica de los ecosistemas forestales y sus servicios ecosistémicos, por un lado, se consideran una amenaza, y por el otro son una herramienta ecológica que permite la renovación de las masas forestes.

En esta mesa temática se presentaron 23 trabajos, los cuales en su mayoría confluyen en los bosques de pino-encino.

Los trabajos aquí presentados abordan diferentes perspectivas, a partir del régimen de los incendios forestales y sus efectos sobre la composición, estructura forestal y las condiciones silvícolas, continúan con la productividad y desempeño en la captura de carbono, así como el historial de incendios, la distribución geográfica de especies y su relación con la ocurrencia de incendios. Por último, se tratan los temas de la evaluación de combustibles forestales, quema prescrita, así como el uso de técnica de percepción remota e índice de vegetación.

Los trabajos presentados en la mesa del manejo del fuego forestal contribuyen de manera significativa al avance científico y al uso de tecnologías de punta en esta disciplina.

Dr. Agustín Gallegos Rodríguez

Estimación de almacenes de carbono de *Pinus leiophylla* Schltdl. & Cham. y su riesgo al fuego en México

Estimation of carbon stores of *Pinus leiophylla* Schltdl. & Cham. and their fire risk in Mexico

Gyorgy Eduardo Manzanilla-Quijada¹, Ulises Manzanilla-Quñones², Eduardo Javier Treviño-Garza¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Benedicto Vargas-Larreta³, José Manuel Mata-Balderas^{1*}

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León (México).

2 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Uruapan, Michoacán (México).

3 Instituto Tecnológico El Salto. El Salto, Pueblo Nuevo, Durango (México).

* Autor para correspondencia: JMATAB@uanl.edu.mx

Los incendios forestales forman parte de la dinámica natural del fuego, los cuales presentan un marcado régimen espacial e histórico de ocurrencia en determinadas regiones geográficas; sin embargo, en años recientes estos se han intensificado y son más frecuentes en México. El presente estudio pretende probar la hipótesis de que los incendios forestales registrados durante 2010-2017 en los bosques de *P. leiophylla* de México presentaron un patrón espacial. Se utilizaron los registros de incendios forestales del periodo 2010-2017 de la CONAFOR y variables climáticas, topográficas y edáficas. Los modelos se generaron utilizando el 75 % de los datos para el entrenamiento y el 25 % restante para validarlos. Aunado a esto, estos resultados fueron complementados mediante pruebas de Roc parcial y de Z. El carbono almacenado se estimó mediante interpolación por distancia inversa ponderada IDW entre los datos dasométricos y ecuaciones alométricas generadas para la especie. Las áreas de

riesgo se identificaron a través del cálculo de la superficie vulnerable para cada provincia fisiográfica. Los resultados de los modelos de riesgo de incendios forestales indicaron una superficie de 24,684 km², equivalente al 6.02 % del área de estudio. Las variables relevantes en la ocurrencia de incendios fueron la temperatura promedio anual (69.5 %), la pendiente (8.3 %), la vegetación (5.4 %), el suelo (5.1 %), la precipitación acumulada anual (3.8 %) y el combustible (3.8 %). Se encontró evidencia suficiente de patrones de distribución espacial altamente agrupados, dicha tendencia fue observada durante febrero de 2010-2017 en las ANP del centro-occidente del país, siendo las ANP Bosque La Primavera, Sierra de Manantlán, Pico de Tancitaro y Mariposa Monarca los sitios que mayor riesgo presentan a la ocurrencia de incendios forestales. Por último, se estimó 22.58 Mg C ha⁻¹ de carbono almacenados en los bosques de *P. leiophylla* que se encuentran altamente expuestos a los incendios forestales.

¿La severidad de un incendio forestal modifica la composición, diversidad y estructura de los bosques templados de Jalisco?

Fire severity modifies the composition, diversity, and structure of the temperate forests in Jalisco?

Daniel Alejandro Cadena-Zamudio¹, José German Flores-Garnica^{2*}, Ana Graciela Flores-Rodríguez³, Mónica Edith Lomeli-Zavala²

1 Instituto de Ecología A.C. Red de Biología Evolutiva, Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa, Veracruz, México

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Av. Biodiversidad 2470, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

3 Universidad de Guadalajara, Centro universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco.

* Autor para correspondencia: flores.german@inifap.gob.mx

Los incendios forestales son perturbaciones naturales que influyen en los ecosistemas forestales. Sin embargo, poco se sabe sobre los efectos de la severidad de los incendios en la estructura y dinámica forestal. El objetivo de este estudio fue comparar la composición, estructura y diversidad de la vegetación de bosques templados afectados por diferentes niveles de severidad de un incendio forestal en Jalisco, México. Se evaluaron tres regiones de bosque con tres niveles de severidad (sin incendio, moderada y extrema), se registró la composición, estructura horizontal, Índice de Valor de Importancia (IVI), clases diamétricas, índices de diversidad de Shannon (H'), Simpson (D), riqueza Margalef (D_{mg}), y similitud de Bray-Curtis. Se registraron 12 especies de seis familias, siendo Pinaceae y Fagaceae las de mayor representatividad. La

dominancia osciló entre 0.2 a 50 m²/ha en sitios de severidad moderada y extrema. La especie *P. devoniana* registró el mayor valor de IVI en sierra de Tapalpa. Las clases diamétricas mostraron mayor cantidad de individuos en clases menores en sitios con severidad moderada. Los índices de diversidad y riqueza mostraron diferencias significativas en sierra de Tapalpa y en los niveles del incendio con los valores más altos en sitios de severidad moderada ($P=0.001$). El bosque La Primavera y sierra de Quila tuvieron baja similitud (33 %). Se concluye que la severidad moderada del incendio forestal favoreció la composición, estructura y diversidad de la vegetación de los bosques templados de Jalisco, lo que sugiere que la severidad de los incendios influye en la capacidad de resiliencia de las comunidades de los ecosistemas forestales.

Modelos predictivos de la regeneración natural de pino en ecosistemas con incendios forestales

Predictive models of the natural regeneration of pine in ecosystems with forest fires

Ana Graciela Flores-Rodríguez^{1*}, José Germán Flores-Garnica², Diego Raymundo González-Eguiarte¹, Agustín Gallegos-Rodríguez¹, Patricia Zarazúa-Villaseñor¹, Salvador Mena-Munguía¹

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP. México.

* Autor para correspondencia: ana1386@hotmail.com

En los ecosistemas son variables los efectos de los incendios forestales dependiendo de la severidad del fuego. Por consiguiente, es diferente la recuperación que tendrá la vegetación en estas áreas. Sin embargo, la evaluación en campo de la respuesta de los ecosistemas ante este impacto significa un importante gasto de recursos, ya sea por la amplitud del incendio o la inaccesibilidad del terreno. Debido a esto se buscan estrategias alternas, para la evaluación y la determinación de áreas de prioridad para la implantación de manejo, como es el uso de índices espectrales derivados de sensores remotos. En este trabajo se evaluó la correlación que presentan diferentes variables tomadas directamente en campo y obtenidas mediante la aplicación de índices espectrales a imágenes de satélite, para determinar modelos predictivos de la

regeneración natural de pino después de la ocurrencia de un incendio forestal. Siendo las variables de diámetro de copa del arbolado, índice de vegetación mejorado y la pendiente las que se incluyeron en los modelos predictivos, presentando un valor mayor de R^2 el modelo en el que se toman tanto las variables ambientales como las tomadas de imágenes satelitales juntas. Finalmente, el modelo resultante con el índice de vegetación mejorado se aplicó a un incendio forestal un año después y a dos años después de la ocurrencia del fuego, obteniendo como resultado una disminución de individuos de regeneración dos años después del incendio, no obstante, es notoria la tendencia de encontrar mayor regeneración en áreas afectadas con incendios en comparación con las áreas no incendiadas.

Palabras clave: áreas de atención prioritaria, Imágenes de satélite, índices espectrales, severidad de incendios, sensores remotos, resiliencia.

Estimación de regeneración mediante variables ambientales e índices espectrales en ecosistemas con incendios forestales

Estimation of regeneration using environmental variables and spectral indices in ecosystems with forest fires

Ana Graciela Flores-Rodríguez^{1*}, José Germán Flores-Garnica², Diego Raymundo González-Eguiarte¹, Agustín Gallegos-Rodríguez¹, Patricia Zarazúa-Villaseñor¹, Salvador Mena-Munguía¹

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP. México.

* Autor para correspondencia: ana1386@hotmail.com

La problemática de los incendios forestales requiere crear metodologías que permitan evaluar y predecir la respuesta que tendrá el ecosistema ante el impacto del fuego, para así dirigir las acciones de restauración de las áreas que más lo requieren. Sin embargo, evaluar estas áreas directamente en campo implica inversión de recursos (económicos y de personal) que, junto con el tiempo, son generalmente limitados. Para esto, las imágenes satelitales son una herramienta práctica para la evaluación de grandes áreas, o áreas inaccesibles, impactadas por incendios forestales. En este trabajo se evaluó la correlación que presentan diferentes variables medidas en campo y derivadas de sensores remotos, con relación a la regeneración natural de pino que se presenta en el bosque La Primavera y en Sierra de Quila, Jalisco. Los resultados mostraron diferentes variables para determinar los modelos predictivos de la regeneración natural de pino después de la ocurrencia de un incendio

forestal, siendo los combustibles de 100 horas y de 1000 horas, grosor de corteza y profundidad de quemado, las variables tomadas directamente en campo que fueron incluidas en los modelos. Mientras que el índice de área de quemado, el índice de regeneración y la exposición, las variables tomadas mediante sensores remotos las que se incluyeron en los modelos predictivos. Los modelos que mostraron una mayor R^2 son los obtenidos mediante variables de campo para las dos regiones. No obstante, el modelo obtenido solo con variables de sensores remotos para La Primavera obtuvo un R^2 de 0.6083, Al contrario de sierra de Quila en donde el modelo no toma ningún índice espectral para el modelo, por lo cual es recomendable establecer un mayor número de sitios de muestreo distribuidos de manera homogénea en toda el área afectada por el incendio, para mejorar la precisión de los modelos mediante sensores remotos.

Quemas prescritas y conservación de ecosistemas forestales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México

Prescribed burning and forest ecosystem conservation in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Jalisco-Colima, México

Faviola Castillo Navarro^{1*}, Enrique J. Jardel Peláez¹, Germán Guzmán Sánchez², Fernando Ramón Gavito Pérez², Oscar E. Balcázar Medina¹, Rubén Ramírez Villeda¹, Jorge E. Morfín Ríos¹, José M. Michel Fuentes¹, Socorro Vargas Jaramillo³, Sarahy Contreras Martínez¹

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán, Jalisco, México.

² Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Autlán, Jalisco, México.

³ Museo de Ciencias Ambientales, Centro Cultural Universitario, Universidad de Guadalajara, Zapopan, México

* Autor para correspondencia: faviola.castillo@academicos.udg.mx

Las quemas prescritas, además de su utilidad en la prevención física de incendios forestales, son una herramienta para la silvicultura, restauración de regímenes históricos de fuego y manejo de hábitats para la conservación biológica. En la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán se han realizado 17 quemas prescritas entre 2000 y 2021 con propósitos de investigación, capacitación, manejo de combustibles forestales y control de insectos parásitos, tanto en zonas de conservación como de producción maderable. En nueve de estas quemas, realizadas en bosque de pino-encino, se registraron datos de propiedades físicas de camas de combustibles, composición y estructura de la vegetación, antes y después de la quema, en sitios permanentes de 0.05 ha. La superficie de las quemas fue entre 2.2 y 38.0 ha entre 2000 y 2006, pero en 2020 y 2021 se quemaron superficies de 127.0 y 114.8 ha, respectivamente. Se aplicaron quemas en

retroceso y se registraron la temperatura media, humedad relativa y velocidad del viento, que variaron respectivamente entre 17.5-24.2°C, 43.6-74.7 % y 3.4-10 km hr⁻¹. La velocidad de propagación del fuego fue menor a 5 m min⁻¹ y la longitud de las llamas fue en promedio 1.4 m. Las cargas de combustibles ligeros del mantillo del suelo antes de las quemas varió de 16.0 a 67.5 Mg ha⁻¹ (media 32.4 ± 5 Mg ha⁻¹); el porcentaje de consumo después de la quema fue de 60.0 a 90.6 % (media 75.8 ± 4 %). Las quemas produjeron un efecto de aclareo ligero en el estrato arbóreo, menor a 15 % del área basal, por la muerte de árboles suprimidos, y estimularon un aumento en la cobertura y riqueza de especies del sotobosque; esto produce condiciones de hábitat favorables para la avifauna, que han sido evaluadas en otros estudios en el área. Estos resultados sugieren que las quemas prescritas pueden contribuir de manera importante a objetivos de conservación.

Palabras clave: bosque de pino-encino, combustibles forestales, ecología del fuego, manejo del fuego, regímenes de incendios.

Régimen de incendios y su relación con el clima en bosques de *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii*, en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México

Fire regime and its relationship to climate in forests of *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii*, in the Sierra of Zapalinamé, Coahuila

Adin Helber Velázquez-Pérez^{1*}, Valentín José Reyes-Hernández¹, José Villanueva-Díaz², José M. Iniguez³, Armando Gómez-Guerrero¹

1 Ciencias Forestales. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera, Gómez Palacio, Durango, México.

3 USDA Forest Service. Rocky Mountain Research Station, 2500 S. Pine Knoll Drive, Flagstaff, AZ 86001, USA.

* Autor para correspondencia: adinhelber@gmail.com

La reconstrucción del régimen de incendios con técnicas dendrocronológicas, permite desarrollar estrategias de gestión del fuego en bosques naturales de coníferas. Con el objetivo de reconstruir la historia de incendios, e inferir si las condiciones durante años de incendios se correlacionaron con fenómenos de circulación global y sequías, se dataron 55 cicatrices de incendios con técnicas dendrocronológicas, en dos poblaciones naturales de *Pinus greggii* var. *greggii* en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México (56 % vivos y 44 % muertos), y se reconstruyó la frecuencia de incendios del periodo 1784-2019. La mayoría de incendios ocurrieron en primavera. La frecuencia media de incendios considerando todos los años con cicatrices, fue de 5.27 a 5.96 años, en las dos poblaciones, y se amplió de

10.7 a 13.6 años considerando incendios que cicatrizaron más de dos árboles. La ocurrencia de incendios no se correlacionó con índices de sequía ($p > 0.05$), solo con índices climáticos de circulación global en una población; los años de incendios se asociaron con la fase fría (Niña) del Índice de Oscilación del Sur (SOI) de invierno ($p < 0.05$). La frecuencia de incendios disminuyó en una población después de 1998, aunque en otra ha aumentado. La relación clima e incendios sugiere que factores climáticos globales controlan el régimen de incendios en la población con acceso limitado, mientras que en la otra, factores locales como programas oficiales de combate de incendios, cambios de uso de suelo de forestal a pecuario, y el avance de infraestructura de caminos a los rodales, influyen en la frecuencia de incendios.

Incendios y estructura poblacional de *Pinus greggii* var. *greggii* en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila

Fires and forest structure of *Pinus greggii* var. *greggii* in the Sierra de Zapalinamé, Coahuila

Adin Helber Velázquez-Pérez^{1*}, Valentín José Reyes-Hernández¹, José Villanueva-Díaz², Armando Gómez-Guerrero¹, José M. Iniguez³

1 Ciencias Forestales. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera, Gómez Palacio, Durango, México.

3 USDA Forest Service. Rocky Mountain Research Station, 2500 S. Pine Knoll Drive, Flagstaff, AZ 86001, USA.

* Autor para correspondencia: adinhelber@gmail.com

El análisis estructural del bosque y su relación con perturbaciones como los incendios, permite comprender los procesos naturales que intervienen en su desarrollo y crecimiento, para coadyuvar en el establecimiento de estrategias de manejo. Los objetivos fueron describir la estructura horizontal en dos poblaciones de *Pinus greggii* var. *greggii*, y analizar cómo el clima e incendios influyen en el reclutamiento a lo largo del tiempo, en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Se analizaron dos poblaciones naturales de la especie, en las que se tomaron datos de estructura arbórea (incluye estrato herbáceo y arbustivo) y de edades, en tres rodales clasificados como copas pequeñas, medianas y grandes. Por medio del datado de cicatrices con técnicas dendrocronológicas, se determinaron la historia de incendios, edades y cronología de anillo total para

cada población, para ser utilizada como proxy del clima. Se realizó la sincronía de historia de incendios, reclutamientos y clima. Los resultados indican que los bosques de *Pinus greggii* están adaptados a regímenes de incendios de severidad mixta, y que los incendios de copa y superficiales en rodales pequeños en extensión son parte de la historia natural del bosque. Los incendios de copa reemplazan rodales pequeños, lo que genera mayor reclutamiento producto de la liberación de semillas por apertura de conos, en conjunto con condiciones favorables de humedad. Además, las especies herbáceas y arbustivas ayudan a mantener el régimen natural de incendios, ya que crean o mantienen la continuidad vertical de los combustibles, lo que favorece la propagación de incendios pequeños de copa.

Mapeado temprano del perímetro de grandes incendios a partir de la agregación de puntos de calor MODIS y VIIRS por tipo de combustible en México

Early Mapping of Large Forest Fire Perimeters in Mexico from the aggregation of MODIS and VIIRS Active Fire Detections by fuel type in Mexico

Carlos Ivan Briones-Herrera¹, Daniel José Vega-Nieva^{1*}, Pablito Marcelo Lopez-Serrano¹, José Javier Corral-Rivas¹, William Matthew-Jolly², Juan Gabriel Álvarez-González³, Ana Daría Ana Daría Ruiz-González³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

2 Forest Service, USDA, Laboratorio de Ciencias Forestales, Missoula, Montana, Estados Unidos.

3 Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Lugo, España.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

El presente estudio analizó el efecto de las distancias de agregación a 750, 1000, 1125 y 1500 metros y el tipo de combustible para el mapeado de los perímetros de grandes incendios a partir de puntos de calor. Se evaluaron los perímetros de puntos de calor frente a al área quemada de MODIS MCD64A1, para un total de 24 tipos de combustibles y ecorregiones en México, en el período 2012-2018. Las distancias de agregación óptimas variaron entre los tipos de combustible y las regiones. Se observaron las distancias más largas, de 1500 m, para las regiones más áridas y los tipos de combustible dominados por arbustos y pastizales, posiblemente asociados a una mayor velocidad de propagación del fuego. En contraste, las distancias de agregación más bajas, de 750 y 1,000 m, se obtuvieron en las regiones y tipos de combustible con el dosel forestal más denso y el clima más

húmedo, caracterizado por combustibles de hojarasca y posiblemente con limitaciones en la propagación del fuego debido a la humedad del combustible. Los resultados sugirieron el potencial de la agregación de puntos de calor para delinear los perímetros de incendios considerando una variedad de regiones y tipos de vegetación. La metodología mostrada para la definición de la distancia de agregación de puntos de calor, específica para el tipo de combustible, podría replicarse para cualquier otra región, en base a los mapas disponibles de tipos de combustibles o vegetación y ecorregiones. Esta técnica podría ser útil en sistemas de alerta temprana y peligro de incendio para respaldar el monitoreo de incendios y la toma de decisiones de manejo de incendios casi en tiempo real para grandes incendios.

250 años de historia de incendios en el Cerro El Potosí, Nuevo León, México

250 years of fire history in Cerro El Potosí, Nuevo León, Mexico

Fátima del Carmen Acevedo-Benítez^{1*}, Marco Aurelio González-Tagle¹, Julián Cerano-Paredes², José Israel Yarena-Yamalle¹, Edgar Jesús Ortega-Arroyo¹, Wibke Himmelsbach¹, Enrique Jurado-Ybarra¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera federal km 145. Apartado postal 41 C.P. 67700, Linares N. L., México.

² Laboratorio de Dendrocronología, INIFAP CENID-RASPA, Km. 6.5 Margen derecha del canal de sacramento, C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México.

* Autor para correspondencia: faty.acbe@gmail.com

En México, los incendios afectan gran parte de los ecosistemas forestales. Extender el conocimiento de la historia de los incendios a través del tiempo permite conocer la frecuencia media de incendios, pero también la influencia de factores climáticos en la propagación de los mismos. El objetivo de la investigación fue reconstruir el historial de incendios con base en las cicatrices de fuego datadas con técnicas dendrocronológicas. Se seleccionaron dos sitios de muestreo en el Cerro El Potosí, que cubrieron un total de 50.81 ha. Se extrajeron 51 muestras con cicatrices de incendio y se fecharon con técnicas dendrocronológicas. Se realizó un Análisis de Sobreposición de Época (SEA) para relacionar los eventos de incendio con los patrones de circulación atmosférica y de precipitación. Se identificaron 126 cicatrices de incendio

en 21 eventos, el evento del año de 1814 fue el incendio más antiguo y el de 1998 el registro más reciente. La frecuencia media de incendios reconstruidos (MFI) al considerar el total de cicatrices variaron de 9.68 a 14.83 años y la probabilidad de ocurrencia de Weibull (WMPI) fue de 8.02 a 13.31 años. El 100 % de los incendios se presentaron en la estación de primavera. Aunque el análisis SEA no mostró una relación significativa con el El Niño Oscilación del Sur (ENSO), el 33.3 % de los eventos sincronizan con severas sequías y el 57.14 % de los incendios registrados se presentaron en condiciones de precipitación por debajo del promedio. La información generada sobre la historia de incendios en los últimos 250 años, es relevante para los manejadores del área con el fin de fortalecer los programas de manejo y prevención de incendios.

Quema prescrita y monitoreo del ecosistema dominado por *Acoelorrhaphe Wright* (Tasistal), en Yucatán, México

Prescribed burning and monitoring of the ecosystem dominated by *Acoelorrhaphe Wright* (Tasistal), in Yucatán, Mexico

Erika Garduño-Mendoza¹, Ruben Ortiz-Mendoza², Diego R. Pérez-Salicrup^{1*}

1 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: diego@cieco.unam.mx

La acumulación de combustibles forestales incrementa el riesgo en la ocurrencia de incendios forestales y aumenta la intensidad del fuego forestal, así como la severidad a largo plazo en sitios donde se ha suprimido el fuego o no existe un manejo de combustibles forestales adecuado. Las quemas prescritas son actividades que pueden emplearse como parte del manejo integrado del fuego, con la intención de reducir las cargas de combustibles forestales mediante la aplicación de fuego directo sobre el ecosistema forestal, pero cumpliendo una serie de pasos y lineamientos específicos para evitar un incendio descontrolado. En el ejido Nuevo León del municipio de Tizimín, Yucatán, México, se realizó una quema prescrita experimental en un ecosistema comúnmente conocido como *tasistal*, predominada por la palma *Acoelorrhaphe wrightii* y pastos *Cladium jamaicense* en pendiente menor a 8 %. El área quemada fue de 0.780 hectáreas, se contó con la participación de la

brigada ejidal, brigadas de CONAFOR y la coordinación con Pronatura Península de Yucatán A.C. Ésta quema se realizó con el objetivo de documentar y monitorear el comportamiento del fuego, reducir el 50 % de los combustibles forestales y como entrenamiento para brigadistas comunitarios y oficiales. Se realizó la medición de combustibles pre y post quema y se monitoreó el comportamiento de tiempo atmosférico y del fuego. La velocidad de avance del fuego fue de 1 m/min y altura de llama de 80-90 cm en pastizal. En *tasistal* la altura de las palmas en promedio es de 6-7 m con altura de llama de 10-12 metros y longitud de 4-5 m. La parte superior de la palma tardó en quemarse entre 1-2 minutos. Las cargas de combustibles se redujeron de sus niveles pre quema de 26.95 tn/ha en pastizal inundable a 19.22 tn/h, mientras que para el *tasistal* pasó de 11.98 tn/ha de combustibles en pre quema a 5.77 tn/ha después de la quema.

Palabras clave: Monitoreo, *tasistal*, quema prescrita, combustibles forestales y coordinación interinstitucional.

Evaluación de severidad de incendios forestales con imágenes Sentinel en el Estado de Durango

Evaluation of fire severity on Durango state with Sentinel 2A MSI imagery

Adrián I. Silva-Cardoza¹, Daniel J. Vega-Nieva^{2*}, Pablito M. López-Serrano³, J. Javier Corral-Rivas⁴

¹ Facultad Ciencias Forestales, Estudiante de Maestría en Geomática Aplicada a Recursos Forestales y Ambientales / Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Dgo., México.

^{2,3,4} Facultad Ciencias Forestales Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Dgo., México.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

Los incendios forestales son el agente perturbador ecológico más común en el mundo. En nuestro país, a pesar de que conocemos la superficie afectada y el número de incendios ocurridos, desconocemos el grado de severidad de ellos. El objetivo de este estudio es mapear la severidad del fuego en incendios forestales ocurridos en la Sierra Madre Occidental del Estado de Durango, mediante índices espectrales (IE) derivados de imágenes Sentinel-2A (S2) calibradas con datos en campo. Los IE empleados fueron: *Burn Area Index* (BAI), *Burn Area Index for Sentinel-2* (BAIS2), *Green Normalized Difference Vegetation Index* (GNDVI), *Normalized Burn Ratio* (NBR), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI); todos en sus versiones diferenciadas antes y después de cada incendio (dBAIS, dBAIS2, GNDVI, dNBR, dNDVI) así como el *Relativized Burn Ratio* (RBR), obtenidos a partir de imágenes en

Earth Explorer. Se analizaron mediante modelos lineales la correlación con la severidad evaluada en campo en cuatro estratos: dosel, subdosel, matorral, y suelo, así como dos índices de severidad: índice de severidad (IS), derivado del promedio del nivel de severidad de los 4 estratos, de manera similar al índice CBI, e índice de severidad promediado por la cobertura de cada estrato (ISPC), de manera similar al índice GeoCBI. El índice de severidad (IS) presentó los mejores valores de ajuste; los IE con mayor coeficiente de determinación fueron RBRc y dNBRc ($R^2=0.731$ y 0.637 respectivamente). Se propusieron cuatro niveles de severidad en base a los umbrales obtenidos del RBRc y su correlación con el IS. Nuestros resultados se centran en el análisis inmediato post-incendio y confirman el uso de la región espectral *red-edge* de S2 para la discriminación de áreas quemadas frente a otros sensores..

Comportamiento del fuego y consumo de combustibles por quemas prescritas en bosque de pino encino de Michoacán

Fire behavior and fuel consumption on prescribed burn of pine-oak forest of Michoacán

Ruben Ortiz-Mendoza¹, Erika Garduño-Mendoza² y Diego R. Pérez-Salicrú^{2*}

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

2 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: diego@cieco.unam.mx

Las quemas prescritas son una herramienta de gestión de incendios forestales que influye en el manejo de combustibles forestales para reducir los efectos de los incendios forestales. El objetivo del trabajo fue conocer el comportamiento del fuego y el consumo de combustible de una quema prescrita nocturna y una diurna en la comunidad indígena de Tarecuato, Michoacán, México. Se evaluó la carga de combustibles antes y después de la quema y se monitoreo el comportamiento del fuego y el tiempo atmosférico durante la quema. La velocidad de propagación del fuego no varió significativamente entre la quema diurna ($0.37 \pm 0.26 \text{ m min}^{-1}$) y la nocturna ($0.21 \pm 0.06 \text{ m min}^{-1}$), ni en la altura de la flama durante el día ($0.51 \pm 0.27 \text{ m}$) y la noche ($0.54 \pm 0.59 \text{ m}$). Las dos quemas presentaron variación en la carga del MLC de 1 hr antes y después de la quema ($p=0.001$). Entre

las quemas el consumo del MLC de 1 y 10 hr fue diferente significativamente ($p=0.042$, $p=0.038$, respectivamente). La quema diurna redujo el 100 y 36 % de los MLC de 1 y 10 hr, respectivamente, mientras que la nocturna redujo el 81 y 48 % de los MLC, respectivamente. El grosor y la carga de la capa de hojarasca varió después de cada quema ($p<0.001$) sin que la capa de fermentación sufriera cambios. Entre la quema nocturna y la diurna no hubo variaciones significativas en el consumo de hojarasca. Se observó la dependencia del consumo de la hojarasca con la tasa de propagación, lo cual no pasó con el MLC de 10 y 100 hr. Realizar quema nocturna o diurna no varía en la reducción de combustibles, sin embargo, en una quema prescrita se considera la seguridad del personal y las quemas nocturnas vulneran la seguridad si no se conoce a detalle el lugar de la quema.

Caracterización y evaluación de combustibles forestales en tres camas de combustibles de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Characterization and evaluation of forest fuels in three fuelbeds of the Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Ruben Ortiz-Mendoza^{1*}; Marco A. González-Tagle¹; Diego R. Pérez-Salicrup²; Oscar A. Aguirre-Calderón¹; Luis G. Cuéllar-Rodríguez¹; Wibke Himmelsbach¹

1 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Morelia, Michoacán, México.

* Corresponding author: romleno88@gmail.com

La dominancia arbórea se correlaciona con la carga de combustibles disponibles, afectando los riesgos y peligros de incendios forestales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la carga de combustible en camas de combustibles forestales de oyamel, pino oyamel y pino encino en la ladera norte y sur con pendientes mayores y menores a 35° en Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Las evaluaciones se realizaron en las camas de combustibles más conservadas sin evidencia de actividades recientes que modifiquen la vegetación original. Los variables dasométricas fueron mayores en áreas de mayor altitud dominada por oyamel y pino oyamel con 63 % de densidad distribuida en el estrato III con altura menor de 20 m. En mayores altitudes

fue mayor la carga de combustibles pesadas y capa de fermentación. El combustible en el sotobosque varió en los combustibles ligeros entre CCF y ladera ($p < 0.05$). Además, el combustible superficial representó el 10 % en relación a la biomasa aérea con 27.27 tn h⁻¹ en oyamel, 21.44 tn ha⁻¹ en pino oyamel y 19.62 tn ha⁻¹ en pino encino compuestas de 36 a 64 % de MLC pesado. La ladera norte presentó mayor carga con 24.97 tn ha⁻¹ mientras que en la sur fue de 18.85 tn ha⁻¹. Los resultados indican mayor riesgo de incendios en áreas de menor altitud dominada por pino encino y pino oyamel debido a la mayor carga de combustibles ligeros. Además, la carga de combustibles indica variación de comportamiento del fuego entre camas de combustibles.

Analizando la relación entre la intensidad de los puntos de calor MODIS y VIIRS y la severidad de incendios medida con Sentinel

Analyzing the relationships between MODIS and VIIRS fire radiative power and Sentinel fire severity

Mesias Edwin Dominguez-Amaya¹, Diana Aime Tinoco-Orozco¹, Daniel José Vega-Nieva^{1*}, Carlos Briones-Herrera¹, Pablito Marcelo López Serrano², Javier Corral Rivas¹, Ernesto Alvarado-Celestino³

1 Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Durango, México.

2 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

3 School of Environmental and Forest Sciences, University of Washington, WA, USA.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

La caracterización de la intensidad calórica es fundamental para determinar el comportamiento y emisiones de los incendios. El FRP (fire radioactive power) es una variable utilizada para analizar la intensidad de los incendios forestales, se puede obtener en tiempo casi real mediante puntos de calor capturados por los sensores MODIS (1000m) y VIIRS (375m). Por otro lado, la severidad, definida como el nivel de daño en vegetación y suelo, es clave para cuantificar su impacto. El dNBR es el índice más empleado para cuantificar la severidad de incendios forestales. Este índice puede ser calculado mediante imágenes del sensor Sentinel (10-20 m) correspondientes al pre y post incendio, disponibles aproximadamente cada cinco días. A pesar de la importancia de la intensidad y severidad de incendios, y del uso extendido del FRP y dNBR como indicadores de estas variables, respectivamente, el análisis comparativo de las relaciones entre ambas ha sido muy

poco explorado en la literatura. El objetivo de este trabajo fue analizar si existe alguna relación entre estas dos variables, medida en incendios representativos en el periodo 2017-2020. Se descargaron imágenes de Sentinel en Google Earth Engine a partir de las que se calcularon el índice de severidad dNBR. Los puntos de calor MODIS y VIIRS de cada incendio fueron descargados del Sistema de Información de Incendios para la Gestión de Recursos (FIRMS). Se analizaron las relaciones entre los percentiles de la intensidad calórica FRP de los puntos de calor MODIS y VIIRS (intensidad) frente al dNBR medido con Sentinel (severidad), así como la relación entre los valores de FRP de MODIS frente a VIIRS. Las relaciones observadas sugieren potencial del FRP de los puntos de calor para caracterizar en tiempo real la intensidad de los incendios, permitiendo priorizar su atención en base a la dificultad de supresión e impacto esperado.

Estimación del número de incendios forestales en México en base a modelos lineales generalizados

Estimating the number of forest fires in Mexico using generalized linear models

Mary Cruz Ramírez Galicia^{1*}, Héctor Manuel De los Santos-Posadas¹, Humberto Vaquera Huerta², José René Valdez Lazalde¹

1 Colegio de Postgraduados, Posgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

2 Colegio de Postgraduados, Posgrado en Socioeconomía, Estadística e Informática. Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México

* Autor para correspondencia: mramirez1408@gmail.com

Los incendios forestales en México afectan distintos tipos de vegetación año con año generando un impacto ambiental, ecológico y económico negativo para el país. Aunque el fuego ha sido ampliamente estudiado en México hay, sin embargo, pocas investigaciones enfocadas en comparar modelos que predicen la ocurrencia de éstos. El objetivo del presente estudio fue aplicar modelos Poisson y Binomial Negativo con efectos fijos y efectos mixtos para determinar la relación del número de incendios forestales mensuales con distintos factores y estimar su ocurrencia. Para ello, se recopilieron datos de incendios registrados en las 32 entidades federativas del país por la Comisión Nacional Forestal durante el periodo 2010-2017. Los resultados indicaron que la época del año, las variables climáticas, la altitud, la distancia a carreteras y el tipo de vegetación fueron significativos ($p <$

0.05) para todo los modelos ajustados. Este fenómeno presentó una relación positiva con la temperatura máxima mensual, la evapotranspiración potencial mensual y la altitud. Contrario a esto, los incendios se relacionaron negativamente con la época húmeda del año, la precipitación mensual y la distancia a carreteras. Además, la región Centro presentó mayor número de incendios con respecto a las otras regiones del país y su ocurrencia fue mayor en bosques de coníferas en comparación con otros tipos de vegetación. Los estadísticos de bondad de ajuste que se obtuvieron para cada modelo indicaron problemas de sobredispersión en los modelos Poisson con efectos fijos y mixtos, lo cual, se corrigió en los modelos Binomial Negativo. No obstante, el empleo de modelos lineales generalizados mixtos permitió una mejor predicción del número de incendios.

Modelo de predicción del retorno del fuego en ecosistemas forestales de Tamaulipas

Fire return prediction model for forest ecosystems in Tamaulipas

Ma. del Rosario Aradillas – González^{1*}; Virginia Vargas - Tristán²; José Antonio Rangel – Lucio¹; Ausencio Azuara-Domínguez ¹; Jorge V. Horta -Vega¹; Alfonso Correa – Sandoval¹, Crystian Sadiel Venegas – Barrera¹

¹ Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil N° 1301, 87010 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

² Universidad Autónoma de Tamaulipas - Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

* Autor para correspondencia: rossyara235@gmail.com

Los incendios forestales desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento, estructura y funcionamiento de los ecosistemas. En el último siglo, como consecuencia de los cambios sociales y ambientales, los incendios aumentaron tanto en su frecuencia como intensidad. Por lo tanto, es necesario estimar el tiempo de recurrencia y el tiempo en que se podría volver a registrar un incendio. El presente estudio estimó el tiempo y número de incendios que se pueden presentar en las áreas forestales del estado de Tamaulipas dado los registros históricos de los incendios forestales del año 2001 a 2018 reportados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Los incendios se clasificaron por años, frecuencia en un área de 3,975,182.5 ha, tipos de ecosistemas y tipo de vegetación. El modelo de predicción de retorno del fuego se realizó con las Cadenas de Markov. El modelo de predicción indicó

que la probabilidad más alta de recurrencia en estos ecosistemas fue la ausencia de incendios entre años consecutivos 0.9. La probabilidad de recurrencia para un incendio en años consecutivos varía de 0.3 a 0.5 entre ecosistemas, mientras que para que ocurran tres incendios o más en años consecutivos fue de 0.013 a 0.05. La predicción de años que deben transcurrir para que entre dos años consecutivos permanezca sin incendio fue de 1.5 años, 12 años para un incendio y 60 años o más para que se presenten tres incendios. Los bosques templados, matorrales, pastizales y selvas tropicales presentaron hasta dos incendios en años consecutivos, mientras que en vegetación secundaria de bosques templados y selvas tropicales se pueden encontrar años consecutivos con tres incendios. Los resultados de este estudio contribuyen a implementar y dirigir las medidas de control y mitigación de incendios forestales.

Caracterizando la intensidad calórica de los incendios forestales a partir del FRP de puntos de calor MODIS por tipo de combustible y biomasa total

Characterizing the forest fires intensity from MODIS active fires FRP by fuel type and total biomass

Diana Aime Tinoco-Orozco¹, Mesias Edwin Dominguez-Amaya¹, Daniel José Vega-Nieva^{1*}, Carlos Briones-Herrera¹, José Javier Corral Rivas¹, Pablito Marcelo-López Serrano², Enrique Jardel Peláez³, Diego Pérez-Salicrup⁴, Ernesto Alvarado-Celestino⁵

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

² Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

³ Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

⁴ Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.

⁵ School of Environmental and Forest Sciences, University of Washington, WA, USA.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

A pesar de que la potencia radiativa del fuego o *Fire Radioactive Power* (FRP), se ha ligado con el consumo de biomasa en algunos estudios de teledetección que sugieren su potencial para caracterizar la intensidad calórica de los incendios forestales, son aún escasos los estudios que han analizado las relaciones entre el FRP y los tipos de combustible y las características dasométricas de las masas forestales, tales como la biomasa total. El objetivo del estudio fue caracterizar la intensidad calórica de los incendios forestales por tipo de combustible y biomasa total en las regiones Noroeste (NO) y Centro (C) en México para tres tipos de combustibles forestales: BPINO: bosque de pino; BENC: bosque de encino y BTROP: bosque tropical. Se emplearon los valores de FRP (MW/km²) de los puntos de calor MODIS 2017-2020, descargados del Sistema de Información de Incendios para la Gestión de Recursos (FIRMS). Se

extrajeron a los puntos de calor los valores de tipo de combustible en base a los mapas de Briones-Herrera et al. (2021), obtenidos a partir de los mapas de Jardel et al. (2018) y la Serie 6 de INEGI, así como los valores de biomasa total forestal, expresada como densidad de carbono sobre el suelo (Mg C ha⁻¹) del mapa Cartus et al. (2014). Se observó una mayor intensidad calórica en valores intermedios de biomasa total para todos los combustibles analizados. La intensidad calórica presentó valores más altos en la región C, de hasta 500-600 MW/km² de FRP, mientras que en la región NO se observaron generalmente niveles de FRP por debajo de los 300-400 MW/km². Los resultados sugieren que hay potencial de la intensidad calórica de los puntos de calor para caracterizar la intensidad de los incendios por tipo de combustible y región, así como su relación frente a la biomasa total.

Palabras clave: fire radioactive power, densidad de carbono, regiones forestales, teledetección.

Reforzamiento al Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México

Strengthening the Forest Fire Hazard Prediction System in Mexico

Daniel José Vega Nieva^{1*}, Jaime Briseño¹, Carlos Iván Briones-Herrera¹, Adrián Israel Silva Cardoza¹, Norma Angélica Monjarás-Vega¹, Marco Antonio Hernández Pérez¹, Pablito Marcelo López Serrano², José Javier Corral Rivas¹, Ernesto Alvarado³, Isabel Cruz⁴, Martín Cuahtle⁴, Rainer Ressler⁴, Dante Arturo Rodríguez Trejo⁵, Diego Pérez Salicrup⁶, Enrique Jardel Peláez⁷, Gabriel Mata⁸

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Río Papaloapan y Blvd, Durango S/N Col. Valle del Sur, 34120 Durango, Mexico; ² Instituto de Silvicultura e Industria de la madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Boulevard del Guadiana 501, Ciudad Universitaria, Torre de Investigación, 34120 Durango, Mexico; ³ School of Environmental and Forest Sciences, University of Washington, Mailbox 352100, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA; ⁴ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Liga Periférico-Insurgentes Sur No. 4903, Parques del Pedregal, 14010 Tlalpan, CDMX. Mexico; ⁵ División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 carretera México - Texcoco, 56230 Chapingo, Estado de México; ⁶ Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Universidad Autónoma de México. Antigua Carretera a Patzcuaro 8701. Exhacienda San Jose de la Huerta, CP 58190, Morelia, Michoacan, Mexico; ⁷ Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Av Independencia Nacional 151, Centro, 48900 Autlán de Navarro, Jal., Mexico; ⁸ Pronatura. Calle 32 #269 x 47. Col. Pinzón II. CP. 97205. Mérida, Yucatán, México.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

El Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales (SPPIF) de México, es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del fuego en México. El acceso a la información es libre, a través de un navegador de Internet, con la finalidad de apoyar el proceso de toma de decisiones de la CONAFOR y los agentes de manejo del fuego en México. Se encuentra disponible en el vínculo: <http://forestales.ujed.mx/incendios2>

El sistema permite evaluar en tiempo casi real los conglomerados de puntos de calor e incendios forestales activos y mapear en tiempo casi real la superficie aproximada de los mismos a partir de los perímetros de conglomerados de puntos de calor. El sistema mapea diariamente las condiciones de sequedad del combustible, el peligro de ignición y el peligro de incendio forestal, así como el número de incendios

forestales esperados por estado. Los mapas se actualizan diariamente en base a información meteorológica, incendios y conglomerados de puntos de calor activos. El sistema incluye asimismo información histórica de perímetros de conglomerados de puntos de calor, incendios forestales combatidos, e índices de peligro en el periodo 2011 a la fecha, que pueden ser consultados con animaciones dinámicas. En base a esta información, mapeada diariamente, los agentes de manejo del fuego de México pueden tomar decisiones operacionales de presupresión, prevención y supresión de incendios. La presente ponencia muestra la interfaz ampliada del sistema de peligro, así como las nuevas funcionalidades para el mapeado de conglomerados y área quemada incluidas en el proyecto de reforzamiento al mismo, CONAFOR-CONACYT 2018-2-B-S-131553 (2019-2022).

Palabras clave: sistema de apoyo a la toma de decisiones, riesgo, conglomerados, puntos de calor, igniciones.

Actualización de las Áreas Prioritarias de Protección contra Incendios Forestales 2020.

Update of the Priority Areas for Protection against Forest Fires 2020.

Daniel José Vega-Nieva^{1*}, Adrián Israel Silva Cardoza¹, Carlos Iván Briones-Herrera¹, César Alberto Robles Gutiérrez², Tania Salgado Ojeda², Úrsula Berenice García Herrera², Rolando Alvarado Barrera³, César Valencia⁴, Eduardo Cruz Castañeda², Norma Angélica Monjarás-Vega¹, Enrique Jardel Peláez⁵

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México. 2 Centro Nacional de Manejo del Fuego, Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México. 3 Centro Regional de Manejo del Fuego Región Norte, Durango, Durango, México. 4 Centro Regional de Manejo del Fuego Región Noroeste, Hermosillo, Sonora, México. 5 Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, Mexico.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

El mapa de Áreas Prioritarias de Protección contra Incendios Forestales es una herramienta clave para la priorización de las acciones de manejo del fuego en México. Se resume en la siguiente presentación su actualización para el 2020. Para el criterio de ocurrencia (riesgo), se empleó el mapa de Monjarás-Vega et al. (2020), calibrado con los históricos de supresión de incendios de CONAFOR en el periodo 2005-2019, que considera la densidad de carreteras y localidades, además de la densidad de interfaz agrícola y la biomasa total forestal (Briones-Herrera et al., 2019). Para el criterio de comportamiento (peligro) se emplearon los potenciales de comportamiento de Jardel et al. (2017). Por último, se actualizó el mapa de valor, siguiendo los criterios de CONAFOR (2010) y Flores et al. (2016), para los componentes: 1) valor ecológico, incluyendo Áreas Naturales Protegidas (2019); Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación y cambio climático (2019); Restauración

forestal de microcuencas estratégicas y para pueblos indígenas (2020); Recursos genéticos forestales (2020); PSA Servicios ambientales (2020); Adaptación de ecosistemas al fuego (2020); 2) valor socio-cultural, incluyendo el Grado de pobreza e Índice de marginación en México a nivel municipal (2015), Localidades indígenas de México (2020), Zonas de atención prioritaria (2020) y 3) valor económico, incluyendo las Existencias reales totales de madera (CONAFOR, 2014) y el Valor maderable por tipo de vegetación (CONAFOR-INEGI, 2017). Los resultados han sido integrados en la toma de decisiones de manejo del fuego de CONAFOR, tales como la priorización de la asignación de las Brigadas Rurales y Brigadas de Protección de Incendios Forestales en el 2021, así como en la priorización de las áreas para realizar acciones de manejo de combustibles, tales como quemas prescritas. El mapa ha sido incluido en el Programa de Manejo del Fuego 2020-2024 (CONAFOR, 2020).

Automatización de la delimitación de conglomerados de puntos de calor para México

Automation of the delimitation of hot spots clusters for Mexico

Marco Antonio Hernandez Perez¹, Daniel Jose Vega Nieva¹

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Ciencias Forestales, Durango, México.

* Autor para correspondencia: mahp73@gmail.com

La detección remota por satélite proporciona información de manera inmediata sobre el análisis de incendios forestales y la evaluación posterior al incendio, incluida la estimación del perímetro y el área quemada afectada por incendio forestal. El Sistema Norteamericano Wildland Fire Assessment System, cuenta con una interfaz que automáticamente identifica los conglomerados en base a su proximidad geográfica y en el tiempo, y los muestra en tiempo real en una interfaz disponible online. El objetivo de este estudio es presentar un algoritmo de interpolado automático en código abierto a través de diferentes librerías de Python (PyQgis), con la finalidad de que delimite los conglomerados de puntos de calor detectados en las diferentes regiones de México en tiempo real, en donde se refleje

el avance de la superficie y dirección de los conglomerados de puntos de calor detectadas en las áreas forestales a través de los satélites de TERRA y/o AQUA por medio del sensor de MODIS y también los datos obtenidos del instrumento de monitores del sensor de VIIRS dentro del satélite Suomi NP. Los conglomerados de áreas quemadas obtenidos de los puntos de Calor de Modis y VIIRS, son validados el mapeo de área quemada Colección 6 de MODIS. Podrán ser consultadas a través de un sitio web, a cualquier persona interesada de diferentes organizaciones de las UMAFORES, a los tres niveles de Gobiernos, Prestadores de Servicios Técnicos Forestales, ONG's, entre otros. Una ventaja de las herramientas desarrolladas es el uso de software libre en código abierto, lo que incrementa su aplicabilidad.

Distribución geográfica de especies de encinos *Quercus* sp. en el estado de Jalisco y su relación con la ocurrencia de incendios forestales

Geographical distribution of species of oaks *Quercus* sp. in the state of Jalisco and its relationship with the occurrence of forest fires

Alejandra Macias Muro^{1*}, Agustín Gallegos-Rodríguez¹, Efren Hernandez-Álvarez¹, Carlos M. Guzmán-Paredes¹

¹ Departamento de Producción Forestal del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: arboristale@gmail.com

Los bosques de encino son uno de los componentes más importantes de los ecosistemas templados de México. Se caracterizan por su amplia distribución, que no se limita a las zonas montañosas, pues también tienen presencia en otros tipos de ecosistemas como especie primaria en algunos y en otros como especie secundaria. La presencia de encinos en diferentes ecosistemas se atribuye a la influencia de disturbios, principalmente a incendios forestales. Algunas especies de encino han desarrollado una adaptación que les permite sobrevivir al fuego en ambientes donde la ocurrencia de incendios es frecuente, por medio de la formación de rebrotes. Sin embargo, el estudio de estas especies es escaso. Por lo que, el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de los incendios en la distribución de especies y su frecuencia en zonas donde han ocurrido incendios,

con el objetivo de identificar qué especies se encuentran más asociadas a incendios en el estado de Jalisco. Se realizó un análisis geoestadístico para conocer la distribución de las especies en relación con la ocurrencia de incendios, para ello se utilizaron los datos de incendios forestales proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Territorial de Jalisco y los datos del Inventario Forestal Nacional, del período 2010-2014. Se encontró que, de las 68 especies de encino reportadas para Jalisco, *Q. crassifolia*, *Q. crassipes*, *Q. laeta* y *Q. obtusata*, tenían un mayor número de individuos en distancias más cercanas a incendios. Por lo que se concluye que estas especies son las mejor adaptadas en el estado de Jalisco, para las zonas donde hay una ocurrencia de incendios alta, y se debe a su capacidad para adaptarse por medio de la producción de rebrotes.

Modelización y mapeo del riesgo de ocurrencia de incendios forestales a partir de la distancia a carreteras y asentamientos humanos en México

Modeling and mapping forest fire occurrence risk from distance to roads and human settlements in Mexico

Norma Angélica Monjarás-Vega¹, Carlos Ivan Briones-Herrera¹, Daniel José Vega-Nieva^{1*}, Jaime Briseño-Reyes¹, Eric Calleros-Flores¹, Marín Pompa-García¹, Pablito Marcelo Lopez-Serrano¹, José Javier Corral-Rivas¹, William Matthew-Jolly², Dante Arturo Rodríguez-Trejo³, Enrique J. Jardel Peláez⁴, Diego Pérez Salicrup⁵, Ernesto Alvarado-Celestino⁶

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México.

2 Forest Service, USDA, Laboratorio de Ciencias Forestales, Missoula, Montana, Estados Unidos.

3 División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 carretera México - Texcoco, 56230 Chapingo, Estado de México.

4 Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Av. Independencia Nacional No. 151, Autlán de Navarro, Jalisco, Mexico.

5 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Universidad Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701 Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190. Morelia, Michoacan, Mexico.

6 School of Environmental and Forest Sciences, University of Washington, Mailbox 352100, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA.

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

Modelar y mapear la ocurrencia de incendios es importante para apoyar las decisiones de supresión y prevención de incendios forestales. A pesar de que varios estudios a nivel mundial han ligado la distancia a localidades y vías de comunicación con la ocurrencia histórica de incendios, en México no existen estudios que hayan analizado el papel de estas variables en la ocurrencia de incendios a nivel nacional, limitando la toma de decisiones de manejo de fuego en el país. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la ocurrencia de incendios frente a la distancia a los asentamientos humanos y a las carreteras en México, frente a los registros de extinción de incendios en el período 2005-2013. Los resultados se validaron con un

conjunto de datos independientes de los registros de extinción de incendios en el período 2014-2019. El mejor modelo para explicar la ocurrencia de incendios fue un modelo no lineal que considera tanto la distancia a los asentamientos humanos como la distancia a las carreteras. La cartografía de la ocurrencia de incendios desde la distancia a los asentamientos humanos y las carreteras mostró una buena concordancia con los registros de extinción de incendios, lo que confirma el importante papel de los factores antropogénicos en la ocurrencia de incendios en el país. El resultado está integrado en el Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México para apoyar la toma de decisiones en el manejo del fuego en México.

La respuesta de la comunidad de plantas a la severidad de incendios forestales en el Bosque La Primavera, Jalisco

Response of the plant community to wildfire severity in Bosque La Primavera, Jalisco

Enrique J. Jardel Peláez^{1*}, Oscar E. Balcázar Medina¹, Alejandra Aguilar Ramírez², Ramón Cuevas Guzmán¹, Isla A. Herrera Palacios³, René González Murguía⁴, Eloy Padilla Velarde⁴, Jorge E. Morfín Ríos⁴, J. Daniel Graf Pérez⁵, Juan Manuel Rodríguez Gómez¹

1 Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán, Jalisco, México. 2 Coordinación General de Geomática e Información Ambiental y Territorial, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Gobierno del Estado de Jalisco. 3 Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán, Jalisco, México. 4 Quercus Geosoluciones S.C., Guadalajara, Jalisco, México. 5 Licenciatura en Biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: enrique.jardel@academicos.udg.mx

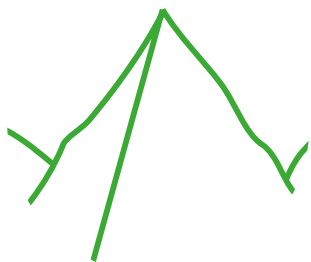
Los incendios forestales son considerados una amenaza para la conservación de la biodiversidad del Bosque La Primavera (BLP), uno de los últimos espacios silvestres remanentes en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Como parte de la planificación del manejo del fuego en el BLP, la severidad de incendios mayores a 1500 ha fue evaluada a escala del paisaje con el índice normalizado de área quemada (dNBR), utilizando imágenes de satélite Landsat 8 para los años 2005, 2012 y 2017, y Sentinel II para 2018 y 2021. La composición florística, cobertura herbáceo-arbustiva y arbórea, y carga de combustibles ligeros del mantillo del suelo, fue registrada en 30 parcelas de 0.05 ha, establecidas en diferentes condiciones de severidad y tiempo post-incendio, incluyendo sitios en proceso de regeneración natural y plantaciones. Los valores promedio del porcentaje de superficie incendiada por clase de severidad para los cinco años evaluados, fue: 8.8 % muy baja o inapreciable, 40.0 %

baja, 41.7 % moderada y 9.5 % alta a muy alta. El listado florístico de las parcelas muestreadas indica el predominio de especies con adaptaciones a regímenes de incendios de severidad mixta, como tejidos subterráneos de reserva, rebrote y floración temprana en herbáceas y arbustivas y una abundante regeneración post-incendio en encinos y pinos, siendo notable la capacidad de rebrote en *Pinus oocarpa*. Los sitios incendiados de alta y baja severidad mostraron la mayor riqueza de especies por unidad de superficie (15 ± 1.7 y 11 ± 1 en 0.05 ha, respectivamente) entre los 2 y 5 años post-incendio, siendo el doble que en sitios de baja severidad con 15-20 años sin incendios y las plantaciones. Los resultados sugieren que, en ecosistemas adaptados al fuego, la severidad de incendios y la respuesta de la comunidad de plantas al fuego, debe ser evaluada antes de tomar decisiones sobre intervenciones de restauración.



CAPÍTULO VII

Monitoreo Intensivo de Carbono



La remoción de la cobertura vegetal sin criterios técnicos y tecnológicos, derivado de las acciones antrópicas ligadas a la demanda que implica el crecimiento poblacional, son algunas de las acciones que impactan negativamente la supervivencia en el planeta generando el

Cambio Climático (CC), debido al incremento acelerado de los Gases Efectos Invernadero (GEI) siendo el más importante el CO_2 , producido por la quema de combustibles fósiles entre otras fuentes de producción y emisión. Algunas de las alternativas formuladas para mitigar el CC, están relacionadas con el manejo técnico-científico de la biomasa vegetal y suelo puesto que, tienen la capacidad de acumular carbono (C) permitiendo su regularización en los ecosistemas terrestres.

El presente capítulo muestra diferentes aportaciones científicas que explican los diferentes escenarios que inciden en el manejo del C lo cual, van desde la caracterización estructural, C almacenado en bosques, plantaciones forestales y cultivos agrícolas, hasta el uso de tecnologías avanzadas y métodos directos para estimar la biomasa en especies vegetales a nivel local, nacional e internacional. Todas las contribuciones (independientemente de su alcance) que consientan el manejo del C demás, de regular su ciclo, son bienvenidas, "tenemos la obligación moral de forjar un futuro más agradable para las poblaciones futuras en términos sustentables y sostenibles".

Dr. Bayron Alexander Ruiz Blandon

Caracterización estructural y carbono almacenado en un bosque de pino-encino censado en el estado de Chihuahua

Structural characterization and carbon stored in a surveyed pine-oak forest in the state of Chihuahua

Joel Rascón-Solano^{1,2*}, Viridiana Suguey Galván-Moreno³, Óscar Alberto Aguirre-Calderón⁴, Samuel Alberto García-García^{1,2}

1 Programa de Doctorado en Ciencias con Orientación en Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

2 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

3 Programa de Maestría en Agronegocios, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

4 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

* Autor para correspondencia: jsolano@uach.mx

La evaluación de los recursos forestales puede realizarse mediante el empleo de tres metodologías: sitios temporales, sitios permanentes y parcelas permanentes de monitoreo, adicionalmente, es posible emplear censos forestales en rodales de superficie reducida para determinar las existencias reales de determinado sitio con fines de investigación y monitoreo. El objetivo del presente estudio fue definir la estructura arbórea y carbono almacenado en una parcela de investigación censada en un bosque incoetáneo de pino-encino en el estado de Chihuahua. Para esto se realizó un censo de vegetación arbórea con superficie total de 11.44 ha en el Ejido Aboreachi, Guachochi, Chihuahua. De cada individuo se registró la especie, el diámetro normal y la altura total, etiquetándolo numéricamente de forma individual y consecutiva. Para caracterizar la estructura horizontal se obtuvo el índice de valor de importancia, índice diversidad de Shannon y riqueza de Margalef; adicionalmente, se determinó el índice de Pretzsch (A) para

evaluar la estructura vertical. Se calculó el volumen de cada individuo y mediante ecuaciones alométricas se estimó la biomasa y contenido de carbono. La especie con mayor índice de valor de importancia resultó ser *Pinus durangensis* con un 55.93 %. En cuanto a la estructura vertical de la masa, *P. durangensis* fue la única especie presente en los tres estratos evaluados ocupando el 49.86 % de las observaciones realizadas. Las especies de las familias Pinaceae y Fagaceae son las que presentan mayor abundancia en el rodal censado, por consiguiente, son las que en conjunto aportan mayores existencias reales de volumen, biomasa y carbono almacenado. La especie con mayor acumulación de carbono resultó ser *P. durangensis* con un total de 343.72 Mg. Los resultados obtenidos cuentan con potencial para ser empleados como base en el desarrollo de planes de investigación, conservación y manejo sustentable de los recursos forestales maderables.

Aplicación de la tecnología LiDAR para la estimación de biomasa aérea terrestre: una revisión para México

Application of LiDAR technology for the estimation of terrestrial aboveground biomass: a review for Mexico

José Antonio Hernández-Moreno^{1*}, Diego Rafael Pérez-Salicrú¹

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701. C. P. 58190. Morelia, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: jmoreno@iies.unam.mx

La estimación de la biomasa de vegetación arbórea es un tema de enorme interés para poder medir las emisiones de carbono asociadas a la deforestación y la degradación forestal, particularmente para el mapeo de la biomasa de las existencias de carbono, y su dinámica. Esta técnica puede emplearse en una variedad de escalas, desde proyectos relativamente pequeños (decenas de hectáreas) hasta escalas nacionales, regionales o continentales, coadyuvando en la toma de decisiones de manejo y en la elaboración de política pública (por ejemplo, incendios, corredores de biodiversidad y hábitat, manejo, etc.). El objetivo del presente estudio fue hacer una revisión sobre la aplicación de la tecnología LiDAR en la estimación de biomasa aérea en México. Se identificaron 37 trabajos que utilizaron diferentes plataformas de detección remota (espaciales, aerotransportadas y terrestres) y tipos de sensores (ópticos y LiDAR), con un enfoque particular en LiDAR, cuando se usa de manera

combinada con sensores múltiples. Las regiones donde se han realizado un mayor número de estudios son la Península de Yucatán y la parte central de México. Mostramos las diferencias en precisión entre las diferentes metodologías LiDAR, quizás lo más importante, las diferencias entre los tipos de bosques (biomas) y los tamaños de las parcelas utilizados para la calibración y evaluación de campo. Discutimos estos hallazgos en el contexto de una evaluación sistemática de los factores que influyen en la precisión y la estimación de errores. El uso de la tecnología LiDAR, como herramienta para mejorar la precisión de las estimaciones de biomasa aérea, no solo es importante en el contexto de los mercados de carbono emergentes y para caracterizar la incertidumbre en sus estimaciones, sino también, puede ayudar a generar nuevos conocimientos en el campo de la ecología forestal y favorecer la conservación de los ecosistemas forestales, debido a sus múltiples aplicaciones.

Generación de modelo alométrico para estimar biomasa radicular en *Abies religiosa* mediante el método directo

Generation of allometric model to estimate root biomass in *Abies religiosa* using the direct method

Nancy Manzur Chavez¹, Rodrigo Rodríguez Laguna^{2*}, Ramón Razo Zárate², Otilio Arturo Acevedo Sandoval³, Pablo Octavio Aguilar³

1 Estudiante de Doctorado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Kilómetro 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma, Hidalgo 42090, México.

2 Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad km. 1, Ex. Hda de Aquetzalpa, Tulancingo, Hidalgo 43600, México.

3 Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Kilómetro 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma, Hidalgo 42090, México.

* Autor para correspondencia: rlaguna@uaeh.edu.mx

El uso de herramientas de la alometría permite estimar la biomasa de una especie vegetal con mayor precisión. Las raíces de los árboles son la parte de la vegetación menos estudiada debido a la dificultad para obtener los sistemas radiculares completos. Es por ello que se planteó el objetivo de generar un modelo alométrico para estimar la cantidad de biomasa acumulada en el sistema radicular de árboles de *Abies religiosa* en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo. Para esto se extrajeron en totalidad 61 árboles de *A. religiosa* desde 0.06 m hasta 3.56 m de altura, utilizando un rociador de mochila de agua a presión que desprendió el suelo de la raíz, está se lavó y posteriormente se dejó secar al aire por 2 horas para obtener el peso fresco de la misma, previamente a cada individuo se midió altura en pie, diámetro a la base y edad. La variable respuesta fue el peso fresco

de la raíz y las variables independientes fueron altura, diámetro y edad⁺¹, de acuerdo al ajuste de los modelos probados. Los resultados muestran que el modelo potencial es el que estimó mejor la biomasa radicular. Para generar dicho modelo alométrico el diámetro fue la variable que mejor se ajustó ($r^2 = 0.95 \pm 0.04$), quedando la ecuación de la manera siguiente $BR = 20.918 * Diámetro^{2.4475}$. Por ejemplo un individuo de 2.5 m de altura y 4 cm de diámetro a la base se estima que con el modelo tendrá 622.39 g de biomasa fresca de raíz. Se concluye que el modelo alométrico estima con precisión la biomasa bajo el suelo contenida en las raíces, lo que permitirá obtener la biomasa completa de un bosque de *A. religiosa* teniendo acceso a datos tanto del componente aéreo como del radicular.

Cuantificación del flujo de CO₂ en suelos de bosques templados-fríos de El Salto, Durango

Quantification of CO₂ flux in cold-temperate forest soils of El Salto, Durango

José Alexis Martínez Rivas^{1*}, Benedicto Vargas Larreta¹, Francisco Javier Hernandez¹, Francisco Cruz Cobos¹, Jorge Omar López Martínez²

1 Instituto Tecnológico de El Salto. Tecnológico 101, La Forestal, CP 34942, El Salto, Durango, México.

2 Colegio de la Frontera Sur, unidad Chetumal, Av. Centenario km 5.5, CP 77014, Chetumal, Quintana Roo.

* Autor para correspondencia: mtz.alexis05@gmail.com

La respiración de los ecosistemas forestales se considera el segundo flujo de carbono más abundante entre la atmósfera y la tierra; pequeños cambios en la composición del suelo pueden influir en las tasas de respiración, y con ello cambiar el comportamiento del ecosistema como fuente o sumidero de carbono. El objetivo fue estimar el flujo de CO₂ de la respiración del suelo en los bosques templado-frío de la UMAFOR 1008 "El Salto. Se establecieron 9 sitios permanentes en tres tipos de bosque (pino, pino-encino y encino-pino). En cada sitio se instalaron tres anillos de PVC hidráulico, asemejando un conglomerado del INFyS, a una distancia de 4.5 m del centro del sitio. Se realizaron 272

mediciones de enero a junio de 2021; donde además del flujo de CO₂ se registró la temperatura y la humedad a 10 cm de profundidad. La temperatura del suelo promedio fluctuó entre 5.04 y 20.58 °C, mientras que la humedad del suelo osciló entre 7.9 y 94.8 %, mientras que el flujo promedio del suelo osciló de -0.77 a 15.46 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. El mayor flujo de CO₂ se presentó en el bosque de encino-pino (15.46 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), seguido del bosque de pino (14.85 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y del bosque de pino-encino (11.62 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) todos en el mes de junio; mientras que el flujo mínimo se registró en el bosque pino, pino-encino y encino-pino con -0.77, -0.43 y -0.33, respectivamente.

Acumulación de Carbono y propiedades tecnológicas de la madera de Melina (*Gmelina arborea* Roxb ex Sm) establecida en dos modelos de producción forestal

Carbon storage and physico-mechanical properties of Melina wood (*Gmelina arborea* Roxb ex Sm) established in two forest production models

Bayron Alexander Ruiz-Blandon^{1*}, Eduardo Salcedo-Pérez¹, Efrén Hernández-Álvarez², Ramón Rodríguez Macías¹, Agustín Gallegos Rodríguez², Gregorio Ángeles Pérez³, Ignacio Bobadilla Maldonado⁴

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México. 2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México. 3 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. 4 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Grupo de Investigación de Construcción con Madera y la UD de Industrias de los Productos Forestales, Universidad Politécnica de Madrid, España.

* Autor para correspondencia: toxbombaso@yahoo.es

La remoción de la cobertura forestal afecta la vitalidad del planeta, siendo las emisiones antropogénicas de CO₂ el gas efecto de invernadero más importante. Una de las alternativas para mitigar el cambio climático, obedece al establecimiento de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento y valor comercial. El objetivo del trabajo fue evaluar la acumulación de C y propiedades físico-mecánicas de la madera de *G. arborea* creciendo en un modelo de plantación puro (PP) y mixto (PM) de 15 años en Nayarit, México. Se construyeron tres parcelas de 1000 m² para la medición de la biomasa en la PP y PM. Se midió el DAP y la altura (h) de los árboles, se derribaron 30 por plantación, se pesó la biomasa y del fuste, fueron tomadas muestras para determinar sus propiedades físico-mecánicas. La ANOVA y la prueba Tukey ($p > 0.05$)

indicaron diferencias significativas entre las variables establecidas. Los árboles de la PM acumularon más C (34 %) que la PP; no obstante, la *G. arborea* en PM acumuló un 14 % más de C promedio árbol siendo el fuste, el componente de mayor representatividad (59.4 % en PM y 71 % en PP). La PM fue más eficiente en la acumulación de C donde la *G. arborea* representa el 53.2 %. La densidad normal en la madera de *G. arborea* fue similar en ambas plantaciones, aunque la flexión (MOE= 3.8 % y MOR= 1.2) y la compresión (MOR=14.5 %) fue superior en la madera de la PP. El impacto (8.1 %) y la dureza (long= 6.2 %, rad= 1.5 % y tang= 5.3 %), fue mayor en la madera de la PM. El modelo de plantación y manejo silvícola influyen en el potencial de acumulación de C la *G. arborea* pero no en sus propiedades tecnológicas siempre y cuando crezca sin similares condiciones de sitio y la edad.

Evaluación del carbono aéreo secuestrado en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L) de diferentes edades en el municipio de Baradères, Haití

Valuation of aerial carbon sequestered in cocoa (*Theobroma cacao* L) plantations of different ages in the municipality of Baradères, Haiti

Valdimir Vincent¹, Bayron Alexander Ruiz-Blandon^{2*}, Agustín Gallegos-Rodríguez², Efrén Hernández-Álvarez², Jhonson Martin³, James Policier³, James Meteyer⁴

1 Ministerio de Agricultura de Recursos Naturales y Desarrollo Rural de Haití.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 Universidad Pública Central, de Haití.

4 Universidad Central de las América de Haití.

* Autor para correspondencia: toxbombaso@yahoo.es

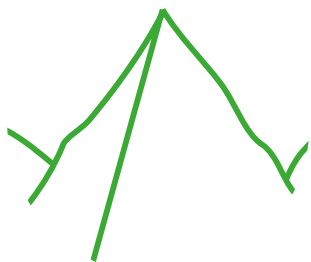
En el municipio de Baradères, Haití, se realizó un estudio para evaluar el carbono secuestrado en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L), por medio de modelos biométricos. Se seleccionaron 8 plantaciones de diferente edad (1 a 3 años), en cinco localidades distribuidas en un tipo de suelo (arcillo arenoso), con una precipitación media anual de 2000 mm y la temperatura es de 32°C. Se midió la altura y el diámetro normal de 30 árboles seleccionados aleatoriamente por plantación (en total 240). Para estimar el carbono aéreo secuestrado, se probaron varias ecuaciones, se proyectó por hectárea, y se multiplicó por la constante del IPCC (2000). Los resultados encontrados para el carbono secuestrado en el espacio fueron: Calbacier 4.665 t C \ ha, Maton 2.463 t C \ ha y Font-Tortue 4.101 t C \ ha para la clase de un año; para

la clase de dos años: Calbacier 8,796 t C \ ha y Maton 6,823 t C \ ha y para la clase de tres años: a Font-Tortue 7,073 t C \ ha, Vincent-dron 81,137 t C \ ha y Boino 2,463 t C \ ha. A lo largo del tiempo el carbono aéreo secuestrado arrojó los siguientes resultados: Calbacier (1 y 2) años 4,665 t C \ ha, 8,796 t C \ ha; Maton (1 y 2) años 2.463 t C \ ha, 6.823 t C \ ha y Font-Tortue (1 y 3) 4.101 t C \ ha, 7.073 t C \ ha. Las ecuaciones que dieron mejor resultado son: para el espacio: $y = -1.013x^3 + 14.01x^2 - 50.95x + 50.75$, y lo largo del tiempo $y = 0,254x^3 - 2,516x^2 + 7,047x + 0,454$. Se concluyó que el secuestro de carbono aéreo en plantaciones, a través del espacio y el tiempo es un factor importante para mitigar la tasa de gases de efecto invernadero emitidos a la naturaleza.



CAPÍTULO VIII

Prestación de Servicios Técnicos Forestales



Se considera servicio técnico la actividad, labor o trabajo prestado directamente por una persona para la utilización de conocimientos aplicados por medio del ejercicio de un arte, oficio o técnica, bajo esta premisa se plantó la propuesta de la presente mesa.

En esta mesa temática se registraron siete trabajos referentes a la prestación de servicios, cuyos temas son variados y versan sobre la certificación forestal en ejidos de Jalisco y sus beneficios, así como una propuesta de diplomado para el uso sustentable de ecosistemas degradados. Cabe señalar el diagnóstico de un parque urbano y un modelo de inventario del bosque urbano para ciudad de Guadalajara, Jalisco. Además de un trabajo sobre la aplicación de nuevas tecnologías de fácil acceso para el manejo forestal y un análisis de cuales son los patrones de las asesorías forestal en México. Así mismo, se presenta un estudio de prestación de servicios técnicos sobre el aumento de captura de carbono en un bosque bajo manejo forestal.

Hay mucho que reflexionar sobre estos temas y felicitar a todos los colegas que siguen trabajando para originar nuevos datos y nuevas perspectivas con el afán de mejorar las condiciones ambientales de nuestro entorno y nuestra calidad de vida.

Dr. Vincenzo Bertolini

Situación actual de los servicios de extensión y asesoría silvícola en México

Current situation of forestry extension and advisory services in Mexico

Maribel López-Camacho¹, Jorge Aguilar-Ávila¹, Norman Aguilar-Gallegos¹, Fernando Marzo-Ramos², Enrique G. Martínez-González¹

1 Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

2 Sociología Rural, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

* Autor para correspondencia: m.lopez@ciestaam.edu.mx

La asesoría técnica forestal y los servicios de extensión forestal constituyen una herramienta fundamental para conjugar conocimientos y manejo de recursos naturales con la experiencia del campesino, transformando malas prácticas forestales en un mejor manejo, sin embargo, la asistencia técnica forestal presenta retos importantes en cuanto a la eficiencia y eficacia con que se otorgan. El objetivo fue analizar la situación actual de los servicios técnicos forestales, identificando las características de los principales servicios profesionales orientados al sector forestal en México, con la finalidad de conocer los retos y perspectivas que enfrentan. La información se obtuvo a través de una encuesta en línea de 2018 a 2020, enviada a 227 Asesores Técnicos Forestales de la zona centro del país, obteniendo una tasa de respuesta del 20.26 %. Los datos se resumieron y compararon a través de la retroalimentación con expertos del sector forestal. Los resultados arrojaron que el

perfil profesional de asesores técnicos forestales se compone en un 61 % de carreras afines a recursos naturales, procedentes de la Universidad Autónoma Chapingo en un 45 %, certificados en Asistencia Técnica Básica en un 55 %. Además, la demanda y oferta de los servicios de asesoría, en primer lugar, se orientan a la conservación de los recursos naturales (33 %), en segundo lugar, a la producción (22 %), y en tercer lugar al fortalecimiento del capital humano (45 %). En conclusión, se tiene que los servicios de extensión y asesoramiento silvícola en México presentan un mayor sesgo a resolver problemas técnico-productivos de los recursos naturales, en comparación con los problemas orientados a la capacitación de los propietarios de tierras forestales, ya que la oferta se ve influida por los incentivos que ofrecen los programas gubernamentales, donde el cambio esperado está en función de la población meta y su nivel de desarrollo.

Diagnóstico ecológico y fitosanitario de un parque urbano del área metropolitana de Guadalajara

Ecological and phytosanitary diagnosis of an urban park in the metropolitan area of Guadalajara

Efrén Hernández-Álvarez^{1*}, Agustín Gallegos Rodríguez¹, Carlos M. Guzmán Paredes¹, Mario Alberto Hernández Tovar², Cynthia G. Rodríguez Ramírez³

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

2 INAMBIO, Servicios Ambientales.

3 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Estudiante del Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: efrén.hernandez@academicos.udg.mx

Los parques urbanos son espacios abiertos de uso público donde se dan relaciones humanas de esparcimiento, recreación, deporte, convivencia comunitaria, entre otras, actividades. También aportan beneficios, a través de servicios ecosistémicos. En el Área Metropolitana de Guadalajara, los parques urbanos no han tenido la suficiente atención. Tradicionalmente, se asumió que los árboles que le integran se deben desarrollar sin ninguna intervención de manejo forestal o cuando mucho se establecen plantaciones en las que muy poco se interviene con labores de protección y silvícolas para lograr su establecimiento y buen desarrollo. El parque de “La Solidaridad Iberoamericana” es un ecosistema donde predominan los árboles, se encuentra inmerso en un área densamente poblada y ofrece facilidades para la recreación. De ahí la importancia del presente trabajo, el cual aporta líneas de acción encaminadas al fomento y manejo del bosque urbano del parque. El objetivo de este trabajo fue elaborar un diagnóstico integral para identificar necesidades de

manejo forestal. La metodología consistió básicamente en hacer una rodalización del parque, se establecieron 108 sitios de muestreo de 500 m², levantamiento de variables dasométricas, silvícolas, biodiversidad y fitosanitarias presentes en el arbolado. Resultados: se definieron 5 rodales, las principales especies susceptibles al muérdago fueron *Jacaranda mimosifolia*, *Bahuinia americana* y *Casuarina equisetifolia*. El principal problema fitosanitario es *Struthanthus interruptus*, especie de muérdago que afecta el arbolado, siguiendo en menor proporción *Psittacanthus calyculatus*. La biodiversidad y riqueza de especies forestales son 20, pertenecen a 16 diferentes familias botánicas, sobresaliendo Leguminosae, Bignonaceae, y Salicaceae. Las necesidades de manejo silvícola detectadas son podas y aclareos; el 18.6 % del arbolado requiere de podas para elevación de copa, el 75.4 % requiere de poda sanitaria, el 19 % de los árboles debe ser derribado, ya que representan un peligro de caída por lluvias y fuertes vientos.

Palabras clave: biodiversidad, índice de valor de importancia, podas, rodales, sistemas de información geográfica, muérdago, plagas.

Diplomado Agostaderos Sustentables. Manejo Sustentable de Microcuencas Hidrológicas. Propuesta metodológica

Sustainable Agostaderos Diploma. Sustainable Management of Hydrological Microbasins. Methodological proposal

Angelina Elena Velarde-Díaz¹, Javier Ireta Moreno², Hugo Ernesto Flores López², Rodrigo Pardo Moreno¹

1 Unidad Académica Zapotlanejo, Academia de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Zapotlanejo, Jalisco, México.

2 Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Tepatitlán de Morelos Jalisco, México.

Los agostaderos de zonas áridas y semiáridas de México (más de 90 millones has) son fuente de satisfactores tangibles e intangibles (INE, 1994). La degradación y baja productividad de estos ecosistemas en Los Altos de Jalisco se exacerba con sequías extremas y la desertificación. De ahí la necesidad de diseñar, planear y operar un proyecto educativo de extensión, difusión y concientización en torno al manejo agroecológico de estas áreas. Implementar una estrategia formativa que transforme el entorno, que forme y que impulse proyectos productivos sostenibles fundamentados en la conservación, restauración, manejo y uso sustentable de los recursos en agostaderos en la microcuenca de influencia. Se pretende constituir un área demostrativa de estrategias agroecológicas adecuadas a la región

(mercado y condiciones edafoclimáticas) en 10 has de agostadero de nuestro campus, impulsando una propuesta metodológica orientada al desarrollo de agroecosistemas productivos de uso múltiple o “agostaderos sustentables”, y al conocimiento de especies nativas arbustivas (forestales) de la región. Se pretende ofrecer al alumnado, docentes, investigadores y público en general un espacio donde sea posible evaluar la aplicación práctica de la teoría a través del manejo agroecológico, que genere respuestas y espacios de análisis y depure el conocimiento para desarrollar zonas agrológicas limitantes. Se pretende ofrecer a nivel local, alternativas variadas y accesibles (económica y tecnológicamente hablando) para generar proyectos productivos sustentables y sostenibles en el tiempo.

Valoración del carbono acumulado en un bosque bajo manejo de Jalisco, México

Assessment of accumulated carbon in a forest under management of Jalisco, Mexico

Osman A. Arechiga Peña^{1*}, Efrén Hernández-Alvarez², Agustín Gallegos Rodríguez², Carlos M. Guzmán Paredes²

1 CONFORTURAL S. C.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: adolfoarechiga@gmail.com

Existen diversas opiniones sobre el efecto del manejo forestal en el contenido de carbono secuestrado por los bosques, autores señalan que la tasa de captura de carbono descende al incrementar la edad de las masas forestales por las limitaciones fisiológicas presentes al aumentar la edad y a los cambios en la estructura de las masas forestales durante su desarrollo. Por ello, el objetivo del estudio fue mostrar que el manejo de las masa forestal en el bosque templado del predio "El Gato" en el municipio de Atemajac de Brizuela, Jalisco aplicando el Sistema de Cortas Sucesivas de Protección (SICOSUP), contribuye al aumento de la biomasa aérea y por tanto a la captura de carbono. Con información de 2 inventarios forestales correspondientes al "Programa de manejo forestal para el aprovechamiento persistente de recursos forestales maderables". Los datos extraídos de los inventarios para el trabajo fueron: Año de intervención, Superficie, Especies presentes, Existencias Reales

(ERT en m^3/ha), Incremento Corriente Anual (ICA en m^3/ha), Intensidad de Corta, Tratamientos silvícolas por rodal, tomando como unidad base los subrodales. Además se requirió material cartográfico para poder establecer una relación visual entre los resultados obtenidos y la superficie en cuestión. Los cálculos consisten en una serie de fórmulas para cada rodal, que implican las ERT, ICA y la IC. Se generó un cuadro comparativo que muestra el incremento de las existencias volumétricas en el área, contemplado la información recabada en dos inventarios forestales correspondientes a 2007 y 2019 se compararon, y un resultado que sobresale es que el manejo del bosque bajo este sistema, SICOSUP, contribuye de manera significativa al aumento de la biomasa y por consecuencia la captura de dióxido de carbono del ambiente dando como resultado que las ERT en 2007 fue de $10,491.97 \text{ m}^3$ y en 2019 de $12,977.14 \text{ m}^3$.

Certificación Forestal Internacional en Jalisco, México

International forestry certification in Jalisco, Mexico

Alan Alfredo Zepeta Aquino^{1*}, Efrén Hernández-Álvarez², Agustín Gallegos Rodríguez², Carlos M. Guzmán Paredes²

1 Consultoría Ambiental Mascota S.C.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: alanzepeta@gmail.com

La Región Sierra Occidental Jalisco, es una de las mejor conservadas del país, por ello, se consideró necesario que esta afirmación fuera evaluada y certificada. En México, están certificadas (31 de mayo 2021) 1'355,419 ha con 104 certificados de Manejo Forestal. Considerando que la Certificación por el Forest Stewardship Council A.C. (FSC) promueve un manejo ambiental, social y económicamente viable de los bosques, se eligió este proceso de certificación. El objetivo de este trabajo, es la certificación con el Estándar Nacional de Gestión Forestal aprobado por la FSC en México. El ejido San Antonio de los Macedo cuenta con una superficie total de 3,255.64 ha, de las cuales, el área bajo alcance de certificar es de 982.29 ha, con 46.08 ha en protección, 19.97 de Bosques de Alto Valor de Conservación y 916.24 ha en aprovechamiento. La metodología para certificarlo, siguió el estándar del FSC, que contempla 184 criterios, divididos en 10 principios con temas legales, relaciones

comunales, derechos laborales, beneficios del bosque, impacto ambiental, monitoreo, y plantaciones forestales. La evaluación para la certificación, fue hecha por personal de Rainforest Alliance bajo los principios e indicadores de FSC en 2016, resultando 7 no conformidades menores de un total de 184, por lo tanto, este predio obtuvo su certificado de buen manejo de sus recursos forestales. Actualmente, propietarios de predios certificados, quieren ver reflejado en su economía un mayor valor por la madera, sin embargo, beneficios tangibles son, entre otros, refrendo expedito de Planes de Manejo Forestal (PMF), agilidad en remisiones para el transporte de la madera, ante CONAFOR otorga mayor puntaje en los criterios de prelación, al solicitar Pago por Servicios Ambientales se pueden incluir áreas de corta de PMF, así como mayor apertura del mercado. Lo anteriormente expuesto, ya es una realidad para los dueños de este ejido.

Palabras clave: Bosques de Alto Valor de Conservación, indicadores, principios, pago por servicios ambientales, Planes de Manejo Forestal.

Modelo de inventario para el manejo del arbolado urbano empleando un sistema de información geográfica

Inventory model for the management of urban trees using a geographic information system

Mario Alberto Hernández Tovar¹, Efrén Hernández-Álvarez^{2*}, Agustín Gallegos Rodríguez², Carlos M. Guzmán Paredes², Vincenzo Bertolini³

1 INAMBIO, Servicios Ambientales.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, carretera antiguo aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Edo. Chiapas, C.P. 30700, México.

* Autor para correspondencia: efren.hernandez@academicos.udg.mx

Se estudió el arbolado urbano de la Colonia Chapultepec Country en Guadalajara, Jalisco con el objetivo de elaborar un modelo de inventario forestal mediante el empleo de un Sistema de Información Geográfica (SIG). La colonia cuenta con un total de 32 manzanas, un camellón, una glorieta, un parque y una servidumbre, con una superficie de 49.95 hectáreas. Se llevó a cabo un censo total del arbolado apoyados con cartografía temática, levantamiento de datos de variables ecológicas y dasonómicas, usando de un GPS Garmin eTrex 10 se georreferenció cada árbol. Resultados sobresalientes; existen 1386 árboles de 81 diferentes especies, pertenecientes a 31 familias botánicas. *Ficus benjamina*, *Thuja orientalis*, *Arecastrum romanzoffianum*, *Citrus aurantium* y *Cupressus sempervirens* son las más abundantes. La condición presente de los árboles censados muestra que 33.91 % están en condición sana, 57.07 %

en condición regular, 7.36 % en mala condición y el 1.66 % muertos en pie. A partir de la base de datos elaborada, el censo del arbolado que incluye variables dasométricas, necesidades de podas, estado fitosanitario de los árboles, y cartografía temática de la situación del arbolado, se desarrolló un programa de manejo silvicultural para el arbolado urbano de la colonia que puede ser utilizado por las brigadas de Parques y Jardines del municipio con una programación semanal, o mensual de actividades. Se encontró una relación de superficie de área verde por habitante de 9.16 m² que cubre el mínimo estándar recomendado por la OMS de áreas verdes por habitantes. Existe una relación de 3.03 árboles por habitante, cantidad muy superior a los criterios de la OMS que señala que en áreas urbanas cuenten con un árbol por cada tres habitantes para tener un aire de mejor calidad.

Investigación de operaciones para el establecimiento de programas de manejo óptimos en el sector forestal. Determinación en campo de modelos multivariados

Operations research to establish optimum management programs in forestry sector. Field determination of multivariate models

Carlos Manuel Guzmán Paredes^{1*}, Agustín Gallegos Rodríguez¹, Efrén Hernández-Álvarez¹, Héctor Jesús Contreras Quiñones².

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

2 Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: carlos.gparedes@academicos.udg.mx

La técnica más utilizada de la investigación de operaciones es la programación lineal, y uno de los algoritmos más ampliamente usados en este ámbito es el método simplex. El manejo de ecosistemas forestales es un campo idóneo para la implementación de modelos de optimización, pues normalmente se deben cumplir metas claras y los recursos disponibles por lo regular son limitados. Los aspectos involucrados son complejos, se pueden tener varias rutas de acción, y es importante tomar siempre la mejor decisión. El método simplex, una vez que se tiene la función objetivo y se establecen las restricciones, permite considerar todas las posibilidades, y tomar la decisión que brinde las mayores ventajas. Sin duda, una decisión mal tomada puede ocasionar perjuicios al ecosistema forestal y pérdidas económicas, por lo que una herramienta que ayude en esta labor siempre será una gran aliada. Una vez que se ha formulado el problema en términos matemáticos,

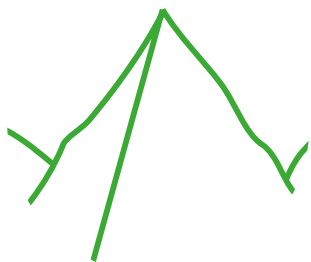
normalmente se requiere software o lenguajes de programación especializados, lo que puede ser un problema si está en campo y el acceso a un equipo de cómputo y de conectividad a internet no es el más adecuado. Los dispositivos móviles como teléfonos celulares, tabletas y calculadoras programables se han convertido en pequeñas computadoras a un precio accesible, con procesadores cada vez más potentes y una buena cantidad de memoria. Esto aunado a la disponibilidad de aplicaciones del método simplex, o incluso la capacidad de programarlo directamente en estos dispositivos, hace posible tener en la palma de la mano herramientas que antes requerían computadoras muy sofisticadas. En este trabajo se revisan las opciones actualmente disponibles para correr el método simplex, tanto de manera analítica como gráfica, en dispositivos portátiles. Este tema es de interés tanto para el profesionista como para el estudiante del sector forestal.

Palabras clave: investigación de operaciones, manejo de ecosistemas forestales, método simplex, programación lineal, herramientas de toma de decisiones.



CAPÍTULO IX

Recursos Genéticos Forestales



El rol que los recursos forestales tienen en la vida y desarrollo de las poblaciones humanas es innegable. Existe una dependencia a los recursos naturales y ésta puede representarse con la palabra “vida”. En la actualidad, se reconoce la necesidad del entendimiento de los bosques desde todos los puntos de vista y a todos los niveles de organización biológica, desde la molécula, hasta la comunidad ecológica a la que pertenecen. El esfuerzo conjunto que se presenta en esta Mesa temática sección, nos hace redimensionar precisamente la palabra vida, entendida desde el punto de vista tanto de la reproducción, como de la transmisión de caracteres (herencia), la conservación de la diversidad y el potencial para proveer recursos esenciales para el bienestar del entorno y de la humanidad.

Se presentaron 36 trabajos de diferentes ecosistemas como son; tropicales, semiáridos y templados, además de otras especies de uso múltiple. Estos abordan temas relevantes, como el tiempo de almacenamiento de semillas en el banco de germoplasma, calidad y productividad de semillas, morfológicas de conos y acículas, así como la diversidad genética en un huerto semillero. También, se expusieron trabajos sobre la variación genética de la fenología del brote terminal, la compatibilidad de los injertos y vulnerabilidad a la sequía de plantas.

En esta mesa se muestra información relevante y actual para el entendimiento de los recursos genéticos forestales, que será de interés y utilidad.

Dra. Martha Isabel Torres Morán

Efecto del almacenamiento sobre la calidad física y fisiológica de semillas de *Swietenia macrophylla* King

Effect of storage on the physical and physiological quality of *Swietenia macrophylla* King seeds

Alexis Domínguez-Liévano^{1*}, Javier López-Upton¹, Saúl Espinosa-Zaragoza², J. Jesús Vargas-Hernández¹, Arnoldo Wong-Villarreal³

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, edo. de México, México.

² Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas, Campus IV, Huehuetán, Chiapas, México.

³ División Agroalimentaria, Universidad Tecnológica de la Selva, Ocosingo, Chiapas, México.

* Autor para correspondencia: adlievano@gmail.com

Swietenia macrophylla King es una de las especies maderables más estudiada en el trópico por su importancia ecológica y económica. Sin embargo, no existe información sobre el efecto del almacenamiento en la calidad física y fisiológica de las semillas. Los objetivos fueron: a) analizar los parámetros físicos y fisiológicos de las semillas en relación al tipo y tiempo de almacenamiento; b) conocer la estructura anatómica de las semillas asociado al proceso de imbibición; y c) identificar las diferencias en el contenido de reservas ligados al tipo y tiempo de almacenamiento, así como al proceso de germinación. Se almacenó semillas en refrigeración (6 °C) y temperatura ambiente (27 °C) en bolsas de plástico durante 9 meses. Se analizó el peso de 100 semillas, contenido de humedad, viabilidad y germinación. Se observó la anatomía de la semilla con imágenes en microscopía electrónica, y se realizó una curva de imbibición. Con pruebas bromatológicas se determinó el

porcentaje de grasas totales, fibra cruda, proteína total, cenizas, azúcares totales y humedad en las semillas. Los resultados demostraron diferencias en los parámetros físicos y fisiológicos asociados al tipo y tiempo de almacenamiento. El porcentaje de germinación se redujo gradualmente al aumentar el tiempo de almacenamiento, pero la reducción fue menor en la semilla almacenada en refrigeración (47 %) que a temperatura ambiente (16 %). No hubo diferencias en la anatomía microscópica de las semillas conforme transcurre el tiempo de imbibición. La testa presenta estomas y cavidades intercelulares. Las condiciones y tiempo de almacenamiento determinaron el contenido de reservas en las semillas, principalmente el porcentaje de grasas. No se encontraron diferencias en la aparición de las hojas verdaderas durante la germinación según el tipo de almacenamiento. Es necesario mantener las semillas en condiciones de refrigeración desde su pronto beneficio.

Variación genética de la fenología del brote terminal y su relación con el crecimiento en altura de *Pinus pseudostrobus* Lindl. del centro de México

Genetic variation of terminal shoot phenology and its relationship with height growth of *Pinus pseudostrobus* Lindl. from central Mexico

Sebastián Escobar-Alonso¹, J. Jesús Vargas-Hernández^{1*}, Javier López-Upton¹

¹ Especialidad Forestal, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

Un componente importante de la adaptación local es la evolución de rasgos fenológicos, como la activación del brote terminal en primavera (YA), que marca el inicio de la actividad y crecimiento de los árboles. El objetivo del estudio fue: a) estimar la variación y heredabilidad de la activación de la yema del brote terminal; b) determinar su estabilidad genética en ambientes contrastantes y su relación con características climáticas del sitio de origen; y c) su correlación genética con el crecimiento en altura en familias de *Pinus pseudostrobus* del centro de México. Se evaluó la condición fenológica de la yema terminal y el crecimiento en el año 2020 en 59 familias de medios hermanos en un ensayo de progenies en Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla (S_1 , sitio frío-húmedo), y 54 familias en Teolocholco, Tlaxcala (S_2 , sitio cálido-seco). 46 familias son comunes en ambos ensayos. Se estimó la variación genética

y la heredabilidad individual (h_i) y de las medias de familia (h_f) en cada sitio por separado y en conjunto. Se determinó la interacción genotipo x ambiente (IGA) y con los valores promedio por familia se estimaron las correlaciones (r_{12}) con las variables climáticas del sitio de origen de las familias. Se encontró una variación genética significativa en YA, con un fuerte control genético en ambos sitios ($h_i=0.76$ y $h_f=0.86$ en S_1 ; $h_i=0.71$ y $h_f=0.86$ en S_2) y en el análisis conjunto ($h_i=0.77$ y $h_f=0.93$). La IGA no fue significativa ($p=0.39$), con un valor de $r_B=0.99$ entre sitios, mostrando la estabilidad genética de las familias. YA se correlacionó de manera significativa con la precipitación de verano, el déficit de humedad climática de Hargreaves, el índice de calor-humedad, elevación y longitud del sitio de origen; además, presentó una fuerte correlación genética positiva con el crecimiento en altura ($r_G=0.95$).

Potencial de las características morfológicas de conos y acículas en la identificación de variedades de *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Potential of cone and needle morphological traits to identify *Pinus pseudostrobus* Lindl. varieties

Sebastián Escobar-Alonso¹, J. Jesús Vargas-Hernández^{1*}, Javier López-Upton¹

¹ Especialidad Forestal, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

Pinus pseudostrobus sensu lato es una de las especies más distribuidas en México. Esta condición la convierte en una especie con una importante variación fenotípica intra-específica que ha generado controversias en la identificación de sus unidades taxonómicas operativas (UTO). Según atributos morfológicos en conos y acículas, generalmente sólo se aceptan dos variedades: *pseudostrobus* (típica) y *apulcensis*. Algunos taxónomos consideran a la var. *oaxacana* como sinonimia de *apulcensis*, mientras que otros la consideran especie diferente, y la var. *coatepecensis*, aceptada por algunos botánicos, otros la catalogan como var. *pseudostrobus*. Los objetivos del estudio fueron evaluar el potencial de las características morfológicas de conos y acículas para distinguir variedades de *P. pseudostrobus*, en particular *oaxacana* de *apulcensis*, y determinar el conjunto de variables con mayor capacidad de discriminación de las UTO. Se midieron 12

características morfológicas de conos y 20 de acículas en muestras de 169 árboles identificados en cuatro UTO putativas: 67 en la variedad típica, 75 *oaxacana*, 17 *coatepecensis* y 10 *apulcensis*. Se realizó un análisis de varianza univariada y multivariada, así como la estimación de componentes de varianza y un análisis de discriminación canónica (ADC) con validación cruzada. Se encontraron diferencias significativas entre variedades en todas las características de conos y nueve de acículas. De manera general, la varianza entre variedades aumentó cuando se separaron las UTO *oaxacana* de *apulcensis*. El análisis de varianza multivariado confirmó diferencias entre las UTO de manera significativa para conos y acículas. En el ADC, la R^2_c cambió de 0.74 a 0.49 y 0.76 al utilizar variables de conos, acículas y en conjunto, respectivamente. El uso de 8 características en conos permitió la discriminación entre UTO con un margen de error promedio de 12.7 %.

Efecto de temperatura y envase en la calidad fisiológica de moringa

Effect of temperature and packaging on the physiological quality of moringa

Elesban Martínez-Ramírez¹, Erik Pablo-Carrillo^{2*}, Gricelda Valera-Venegas¹, Rolando Galán-Larrea¹, Héctor Santiago-Romero³, Roberto López-Pozos², José Luis Arco-García³

¹ Ingeniería Forestal, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

² Instituto de Genética, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México

³ Instituto de Ecología, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: epablo30@hotmail.com

La moringa es una especie que tiene usos como alimenticia, forrajera y agroindustrial. Los estudios realizados en el deterioro de semillas en moringa que evalúen la calidad fisiológica son escasos, por tal motivo, en el presente trabajo se planteó el objetivo de evaluar el deterioro de semilla de *Moringa oleifera* por el efecto del almacenamiento de la semilla a tres temperaturas y cuatro tipos de envase. La semilla de moringa se recolectó en los meses de marzo y abril del 2019 en Puerto Escondido, Oaxaca. Con la finalidad de evaluar el deterioro de semillas en moringa se evaluaron dos factores, el factor A temperatura con tres niveles (30 °C, 20 °C y 5 °C) y factor B envases con cuatro niveles (vidrio, lata, plástico y aluminio). Una vez almacenada la semilla en cada una de las condiciones se realizó la prueba de germinación estándar a los cuatro y ocho meses de

almacenamiento de acuerdo a las reglas de la ISTA (2006). Las variables evaluadas fueron: longitud de la parte aérea y raíz, peso fresco y seco de la parte aérea y raíz. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial. El factor temperatura mostró en el análisis de varianza diferencias significativas a los ocho meses de almacenamiento en todas las variables excepto peso fresco y seco de raíz. La temperatura de 20 °C mostró una mayor longitud de planta (10.82 cm) y de raíz (10.37 cm), lo cual incidió en un mayor peso fresco y seco de la parte aérea (1.0350 g; 0.0959 g) y de la raíz (0.1652 g; 0.0367). En contraste, con la temperatura de 30 °C que mostró los valores más bajos en las variables evaluadas. Para el factor B envase no se presentaron diferencias significativas.

Efecto de temperatura y envase en los parámetros germinativos de moringa

Effect of temperature and packaging on the germination parameters of moringa

Elesban Martínez-Ramírez¹, Erik Pablo-Carrillo^{2*}, Héctor Santiago-Romero³, José Luis Arcos-García³, Roberto Lopez-Pozos², Rolando Galán-Larrea¹, Gricelda Valera-Venegas¹

1 Ingeniería Forestal, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

2 Instituto de Genética, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México

3 Instituto de Ecología, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: epablo30@hotmail.com

La moringa es un árbol que se cultiva en la mayoría de las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo, tiene un alto potencial y puede ser utilizado para restauración de suelos, forrajera, alimentación, uso agroindustrial y farmacéutico. El deterioro de la semilla implica la pérdida de atributos esenciales para la calidad de las semillas como el vigor y la capacidad germinativa. Los estudios realizados en el deterioro de semillas en moringa son escasos, por tal motivo, en el presente trabajo se planteó el objetivo de evaluar parámetros germinativos en *Moringa oleifera* y su efecto por el almacenamiento en tres temperaturas y cuatro tipos de envase. La semilla de moringa se recolectó en los meses de marzo y abril del 2019 en Puerto Escondido, Oaxaca. Para el almacenamiento de las semillas y su evaluación se consideraron dos factores, el factor A temperatura con tres niveles (30 °C, 20 °C y 5 °C) y factor B envases con cuatro niveles (vidrio, lata, plástico y

aluminio). Una vez almacenada la semilla en cada una de las condiciones se realizó la prueba de germinación estándar a los cuatro y ocho meses posteriores al almacenamiento de acuerdo a las reglas de la ISTA (2006). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, germinación media diaria, velocidad de germinación, valor pico y velocidad de emergencia. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial. A los ocho meses en los parámetros germinativos la semilla almacenada a temperatura de 5 °C presentó mayor porcentaje de germinación (90 %) y germinación media diaria (9.0), así como, valor pico (29.67), valor germinativo (267.58) y velocidad de emergencia (3.86), en contraste, la semilla almacenada a 30 °C mostró los valores más bajos. Para el factor B, los envases de vidrio y aluminio presentaron los valores mayores en los parámetros germinativos evaluados.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, deterioro, almacenamiento, parámetros germinativos.

Vulnerabilidad a la sequía de plantas de *Pinus hartwegii* Lindl. en condición de estado cespitoso

Vulnerability to drought of *Pinus hartwegii* Lindl plants. in grass stage condition

José Luis Sánchez-Mendoza¹; Marcos Jiménez-Casas¹; Carlos Ramírez-Herrera¹; Héctor Viveros-Viveros²

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. C. P. 56230. Montecillo, Edo. de México.

² Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana. Parque Ecológico El Haya, Colonia Benito Juárez, 91070. Xalapa, Veracruz.

* Autor para correspondencia: marcosjc@colpos.mx

Pinus hartwegii Lind. presenta una etapa cespitosa durante su ontogenia temprana; donde la planta tiene un abundante desarrollo de acículas, pero nulo crecimiento de epicótilo. Esta característica podría limitar su establecimiento en condiciones de sequía prolongada; ya que las plantas cespitosas tienen una mayor tasa de transpiración. Mediante manejo en vivero, la planta puede salir del estado cespitoso. En este estudio las plantas de *P. hartwegii* con y sin estados cespitoso fueron sometidas a déficit hídrico, con el objetivo de evaluar su respuesta fisiológica y morfológica, en términos de consumo de agua, potencial hídrico (Ψ_a) y crecimiento en diámetro a la base y biomasa. Con un diseño en bloques en parcelas divididas se estableció el experimento. Incluyó los dos estados de la planta (C_0 , sin estado cespitoso y C_1 con estado cespitoso) y dos niveles de humedad del suelo (S_1

riego y S_2 sequía). El tratamiento de estrés hídrico duró tres meses y medio y se incluyó un periodo de recuperación de un mes. Durante el tratamiento de sequía, con un Ψ_a alcanzado de -1.1 MPa, las plantas C_1 tuvieron menor consumo de agua (<30 %) que las plantas C_0 . La sequía causó decremento en la biomasa aérea de manera diferencial, en las plantas C_1 se redujo en 25 % respecto a la de las plantas C_0 , y similar decremento en diámetro (15 %) se observó en las C_1 respecto a las C_0 . En ambas condiciones de crecimiento las plantas presentaron una alta resistencia al estrés hídrico y no presentaron ningún síntoma de marchitamiento. A pesar de su resistencia a la sequía, las plantas C_1 resultaron ser más afectadas por el estrés hídrico que las C_0 . Por lo que se debe considerar utilizar planta C_0 de *P. hartwegii* para reforestar sitios afectados por sequías prolongadas..

Influencia del genotipo de la púa y la familia del patrón sobre la compatibilidad del injerto de *Pinus patula*

Influence of scion genotype and rootstock family about graft compatibility of *Pinus patula*

Benito González-Jiménez¹, Marcos Jiménez-Casas^{1*}, Javier López-Upton¹, Miguel Ángel López-López¹, Rodrigo Rodríguez-Laguna²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales, Texcoco, Estado de México, México.

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo, Hidalgo, México.

* Autor para correspondencia; marcosjc@colpos.mx

En injertos, el origen genético de la púa y el patrón definen el éxito del prendimiento, la alta variación en la calidad genética del patrón puede generar diferencias anatómicas y fisiológicas que afecten el rendimiento de la púa injertada, se espera que mientras más cercanos genéticamente sean las partes del injerto, mayor compatibilidad tendrán. El objetivo fue evaluar la compatibilidad de cuatro genotipos superiores como púas, injertadas en cuatro familias como patrones de *P. patula*; esperando mayor compatibilidad injertando púas en su misma progenie. En abril 2020, con la técnica de injerto lateral, se injertaron las púas de cuatro genotipos (G105, G106, G114 y G115), sobre planta patrón de su misma progenie y en la progenie de los otros tres genotipos (F105, F106, F114 y F115) en un diseño en cuatro bloques al azar. Dos meses después del injertado, se registró el prendimiento; durante un año,

mensualmente se registró la supervivencia y a los 5 meses el crecimiento en longitud y diámetro. El análisis de varianza no indicó diferencia significativa en prendimiento, pero si en la supervivencia del genotipo de la púa, donde G115 superó por 7.5, 41.3 y 46.3 % al G114, G105 y G106, respectivamente. Respecto a las familias del patrón, la supervivencia de F105 superó por 8.7, 18.7 y 32.5 % a los de la F106, F114 y F115, respectivamente. Las mejores combinaciones en supervivencia, fue injertar G105+F106 (60 %), G106+F105 (60 %), G114+F105 (80 %) y G115+F114 (85 %); además el G105 (26.0 cm) y G115 (2.0 mm) mostraron los valores más altos en longitud y diámetro, respectivamente. Se concluye que no se generó ventaja en la compatibilidad del injerto por la cercanía genética púa-patrón, si no que, para cada genotipo de la púa hay afinidad por una familia de patrón en particular, aunque no sean cercanos genéticamente.

Pruebas de germinación y viabilidad de tres coníferas a través del tiempo de almacén en el Banco de Germoplasma de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán

Germination and viability tests of three conifers through storage time in the Seed Vault of the Forestry Commission from the Michoacán State

José Jair Arredondo-López^{1*}, Ulises Espinosa-Rojas²

1 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, laboratorio de Vida Silvestre.

2 Comisión Forestal del Estado de Michoacán, Subdirección de Restauración Forestal, Departamento de Producción de Planta.

* Autor para correspondencia: arredon.jo@gmail.com

La diversidad de los bosques en México se ve afectada por el rápido crecimiento de la población, lo que ha provocado que los recursos forestales se aprovechen de forma acelerada, incrementando así las tasas de deforestación. Para ello existen instituciones gubernamentales tal como el Banco de Germoplasma de la Comisión Forestal del Estado, que se encarga de la recolecta, procesamiento, almacén y análisis de semillas (germoplasma forestal), para su posterior producción en vivero. En el presente estudio se evaluaron los análisis del % de viabilidad y % de germinación de los lotes de semillas de tres coníferas almacenadas en cámara fría (*Pinus michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*), considerando al tiempo de almacén como agente de variación, con el objetivo de proponer su baja o no. El MLG y la regresión lineal mostraron diferencias en los promedios de ambos porcentajes al compararlas entre especies, siendo más grandes los

de *P. michoacana* (mean=74.34 %) y más bajos los de *P. montezumae* (64.66 %), por especie *P. michoacana* (190 lotes) solo en la germinación existió diferencia con una tendencia positiva al aumentar el tiempo de almacén, en *P. montezumae* (216 lotes) también existió diferencia al compararlo con el tiempo de almacén ya que se observó una tendencia hacia la disminución de estos porcentajes al aumentar el tiempo de almacén (16 años), y para *P. pseudostrobus* (130 lotes) no existió diferencia, en cuanto al lote representativo de cada especie (222131-A02, 323152-A03, 322147-A02 =números de lote), en ninguno existió diferencia en relación al tiempo de almacén. Como conclusión tanto por especie como por cada lote no es posible proponer si aún son aptos para mantenerse almacenados, ya que no presentan suficiente evidencia de una posible tendencia hacia la baja en sus porcentajes de viabilidad y germinación en relación al tiempo del almacén.

Evaluación de producción y germinación de semilla de *Pinus montezumae* de ocho poblaciones del centro de México

Evaluation of seed production and germination of *Pinus montezumae* from eight populations in central Mexico

Raquel Herrera-Hernández^{1*}, Javier López-Upton¹, Liliana Muñoz-Gutiérrez², Carlos Ramírez-Herrera¹

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, México.

² Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP, Ciudad de México.

* Autor para correspondencia, raquelhehr@gmail.com

Pinus montezumae es una conífera estimada por la calidad de la madera y su importancia ecológica. Ha ocurrido la fragmentación y disminución de la densidad de árboles, lo que induce procesos de endogamia que repercuten en su capacidad regenerativa. El objetivo fue determinar la capacidad de producción de semilla en ocho poblaciones. Un análisis de suelo y germinación se asoció a dicha capacidad. Se recolectaron 10 conos de 15 árboles por población. A estos se les determinó el largo, ancho y número de escamas totales, fértiles e infértiles; se estimó el potencial de producción, óvulos abortados y las semillas desarrolladas. Sobre los últimos se cuantificó la proporción de semillas llenas, vanas y plagadas. Con los resultados se estimaron los índices de eficiencia de producción, eficiencia reproductiva, de endogamia y de fertilidad. El análisis de datos fue por métodos paramétricos y no paramétricos

según el comportamiento de cada variable. En todos los estimadores se muestra que la varianza está explicada en un 56, 34 y 10 por ciento por los árboles, el error y las poblaciones, respectivamente. Entre poblaciones hubo diferencias significativas en todos los parámetros. La longitud media de conos es de 16 cm con un total de 176 escamas, de las cuales 112 son fértiles y 64 infértiles, esto es un 64 % de fertilidad. Se obtuvieron 132 semillas desarrolladas, el 60 % del potencial de producción. El 55 % fueron llenas, 43 % vanas y 2 % plagadas. La eficiencia de producción, reproductiva y el índice de endogamia fue de 31, 3 y 39 por ciento, respectivamente. La correlación entre la densidad de árboles y la semilla vana es del 25 %; entre el NH_4^+ y el largo de cono del 28 %; el NH_4^+ y la semilla llena del 22 % y entre la densidad y la presencia de NO_3^- es del 51 %.

Anotación funcional del transcriptoma de semillas de *Cedrela odorata*

Functional annotation of *Cedrela odorata* seed transcriptome

Lorena Gálvez-López¹, Miguel Ángel Vallejo-Reyna^{2*}, Florencia T. A. García-Campusano², Javier López-Upton¹, Marcos Jiménez-Casas¹, Arnulfo Aldrete¹

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales, Texcoco, Edo. de México, México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Laboratorio de Germoplasma y Biotecnología Forestal, Coyoacán, Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: vallejo.miguel@inifap.gob.mx

Cedro rojo es una especie forestal importante en el mercado comercial de la madera, motivo por el que ha sido explotada en su zona de distribución natural, perdiendo genotipos importantes. Además de la conservación *in-situ* es fundamental la conservación de la especie en forma *ex-situ*. La conservación de semillas en bancos de germoplasma es una opción que permite también resguardar la diversidad genética de la especie, así como ser fuente de material reproductivo. Sin embargo, las semillas tienen un comportamiento recalcitrante, de envejecimiento acelerado y consecuente pérdida de viabilidad. El estudio del transcriptoma y su anotación funcional, permiten tener conocimiento de los genes expresados y sus funciones. El objetivo del estudio fue analizar la anotación funcional del transcriptoma de cedro rojo en tres fases de la germinación: semilla madura seca, embebida al 95 % y germinada. Para su secuenciación se usó tres replicas biológicas en cada muestra. La anotación se realizó por similitud de secuencias usando BLASTx a través

de Trinotate y con la base de datos GO (Ontología génica). Los resultados se distribuyeron en tres grupos funcionales: componentes celulares, predominando los términos: célula, parte de la célula, orgánulo, y región extracelular; en función molecular dominaron la actividad catalítica, unión, actividad de transporte y actividad antioxidante; en procesos biológicos sobresalieron los términos procesos metabólicos, respuesta de estímulos y regulación biológica. Algunos genes con mayor expresión fueron los relacionados al transporte de glucosa, síntesis del etileno, cadena de transporte de electrones, desarrollo vegetal. Se concluye que entre los distintos procesos involucrados existe una alta actividad mitocondrial como parte del proceso de respiración y generación de ATP, además de la producción de especies reactivas de oxígeno que modulan el proceso germinativo. Esto ofrece una visión hacia la comprensión de mecanismos involucrados en el envejecimiento de las semillas de cedro rojo.

Evaluación de la diversidad genética en un huerto semillero de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. en Ixtlán de Juárez, Oaxaca

Evaluation of genetic diversity in a seed orchard of *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. in Ixtlán de Juárez, Oaxaca

Laura Yasmin Flores-López¹, Arturo Félix Hernández Díaz², César Valenzuela Encinas^{2*}

1 Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada. Universidad Veracruzana.

2 Instituto de Estudios Ambientales. Universidad de la Sierra Juárez.

* Autor para correspondencia: valenzuela.unsi@gmail.com

Una de las principales actividades en la comunidad de Ixtlán de Juárez es el manejo forestal. *Pinus patula* es la especie principal de aprovechamiento. Parte fundamental del manejo forestal es la reforestación con plantas en la zona aprovechada, es por ello que en el 2005 se identificaron 50 árboles *plus* de *Pinus patula*, de los cuales se obtuvo semilla de 38 y se estableció una plantación para huerto semillero. Con el fin de determinar la variabilidad genética en el huerto semillero de *Pinus patula* se realizó un análisis mediante marcadores moleculares (RAPD) de 38 individuos del huerto divididos en siete poblaciones, cada individuo representa una familia de los árboles *plus* con el cual se determinó la diversidad y estructura genética dentro y entre poblaciones, a partir de la distribución geográfica de los árboles *plus*. Se eligieron cinco primers con una alta reproducibilidad y resolución de

bandas claras. La diversidad genética en las poblaciones fue alta, con un porcentaje de polimorfismo de 94.44 % y un grado de diversidad medido con el índice de Shannon de 49 %. El total de la variación encontrada entre las poblaciones fue de 0.0015 ($P = 0.001$). La mayor parte de la variación se encontró dentro de las poblaciones (99.85 %). El flujo genético medido con el coeficiente de migración fue de 2.16 por generación, esto sugiere una historia evolutiva similar y una alta capacidad de adaptación ante cambios ambientales para esta especie. Las medidas de distancia genética entre las poblaciones muestran que la Población 2 y 3, tienen un mayor flujo genético entre ellas y que están más alejadas genéticamente de la Población 4 y 7, sin embargo, al no haber correlación en el aislamiento por distancias no se puede concluir que la diferenciación entre estas sea por alguna barrera geográfica.

Caracterización de la producción y calidad de la semilla de *Pinus montezumae* A.B. Lambert var. *montezumae* en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala

Characterization of the production and quality of the seed of *Pinus montezumae* A.B. Lambert var. *montezumae* in La Malinche National Park, Tlaxcala

Itzel Rocio Cahuantzi-Tlacotzi^{1*}, Javier López-Upton², Oscar G. Vázquez-Cuecuecha¹, Elizabeth García-Gallegos¹, Vidal Guerra de la Cruz³

1 Maestría en Ciencias en Sistemas del Ambiente, Centro de Investigación Genética y Ambiente, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Km 10.5 Autopista San Martín-Tlaxcala, Ixtacuixtla, Tlaxcala, CP 90120.

2 Programa Forestal, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km.36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. CP. 56230.

3 Sitio Experimental Tlaxcala CIR-Centro. INIFAP Carr. Sta. Ana - Tlaxcala, Industrial, 90800 Chiautempan, Tlax.

* Autor para correspondencia: itzelc675@gmail.com

Los bosques del Parque Nacional La Malinche albergan diversas especies forestales con valor económico, importancia ecológica y social, sin embargo, varios factores de disturbio provocan cambios negativos en su estructura y composición. El potencial de regeneración de las especies forestales es de gran relevancia ante la presencia de factores de deterioro, por lo cual el objetivo del presente trabajo fue caracterizar los indicadores reproductivos de *Pinus montezumae* Lamb. en cuatro rodales representativos del Parque Nacional La Malinche. En invierno del 2020-2021, se seleccionaron cuatro poblaciones de la especie ubicadas en Ixtenco, Altamira, San Bartolomé y Tlalcuapan en el estado de Tlaxcala, a 2950, 3000, 2850 y 2900 m.s.n.m., respectivamente, cubriendo diferente exposiciones y densidades de arbolado. En cada rodal se marcaron diez árboles y se tomaron diez conos al azar, se

determinó tamaño y peso de estróbilos, el potencial de producción de semilla (PPS), la eficiencia reproductiva de semillas (ES), el porcentaje de óvulos abortados y el índice de endogamia (IE). Se realizó un ANOVA y una comparación de medias ($p \leq 0.05$). Los resultados mostraron diferencias entre rodales y entre árboles dentro de cada rodal ($p \leq 0.0001$). Los conos más largos fueron recolectados en Altamira (128 mm); sin embargo, los de mayor peso fueron de Ixtenco (56 g), en este mismo sitio el PPS fue superior con 204 semillas por estróbilo y el ES fue de 41.54 %. San Bartolomé presentó el mayor valor (24.72 %) de porcentaje de óvulos abortados, por lo tanto, un IE de 0.40. En conclusión, la variación significativa entre rodales de acuerdo a las características de los estróbilos, podrían estar relacionados con las condiciones ambientales y la densidad del arbolado de cada rodal.

Variación y estructura genética de poblaciones naturales de *Pinus martinezii* E. Larsen, en Michoacán

Variation and genetic structure of natural populations of *Pinus martinezii* E. Larsen, in Michoacán

Omar Espinosa Martínez^{1*}, Patricia Delgado Valerio¹, Agustín Molina Sánchez¹, Juan Pablo Vargas Gutiérrez¹, Edgar R. Solorio Barragán¹, María del Carmen Rocha Granados¹

¹ Fac. de Agrobiología "Presidente Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

* Autor para correspondencia: omar.esp.mtz@gmail.com

Pinus martinezii, es una especie endémica de México y debido a la distribución limitada que presenta es considerada en protección especial. Actualmente no existen estudios sobre la composición genética de sus poblaciones que ayuden a reconocer su estatus biológico y evolutivo. El objetivo del trabajo fue evaluar los niveles de variación y estructura genética de cinco poblaciones de *Pinus martinezii* distribuidas en Michoacán. Las muestras se analizaron con el uso de seis marcadores moleculares microsatélites de núcleo y los datos se analizaron con parámetros de la genética de poblaciones y métodos de agrupamiento Bayesiano, con el uso de diferentes programas como GenAlex, Arlequin, Structure y BAPS. Se obtuvo una variación genética considerable; el promedio de la heterocigosis observada ($H_o = 0.398$) fue menor a la esperada ($H_e = 0.545$) por lo que las poblaciones no se encuentran en equilibrio Hardy-Weinberg ($P = 0.05$), con un índice significativo de

endogamia ($F = 0.211$). La mayor variación genética se presentó en la población Temazcal ($H_e = 0.586$) seguido de Chilar ($H_e = 0.584$), mientras que Alta Huerta presentó el valor más bajo ($H_e = 0.457$). La estructura genética fue moderada pero significativa ($F_{ST} = 0.082$, $P = 0.000$). El análisis Bayesiano formó tres grupos distribuidos latitudinalmente; el primero formado por las poblaciones de Los Azufres, Temazcal y Peñuelas. El segundo representado por la población de Alta Huerta y el tercer grupo formado por la población de Chilar, con la distribución más al sureste de todas las poblaciones. Los resultados sugieren que los niveles de variación genética de *P. martinezii* son adecuados y similares entre las poblaciones, por lo que la especie no está depauperada genéticamente. Se propone la conservación de las poblaciones Temazcal y Chilar, con los mayores niveles de variación genética.

Efectos de riego, fertilización y contenedor en la injertación de plántula de *Pinus patula*

Effects of irrigation, fertilization and container on the grafting of *Pinus patula* seedlings

Edgar David López Avendaño^{1*}, Miguel Ángel López López¹, Carlos Ramírez Herrera¹, Manuel Aguilera Rodríguez²

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

² Asesor técnico independiente

* Autor de correspondencia; lopez.edgar@colpos.mx

Pinus patula es una de las especies más importantes en México, razón por la cual, es importante mantener y reproducir genotipos de alta calidad. El uso de injertos permite clonar genotipos valiosos y establecer huertos semilleros para producir masivamente semilla mejorada. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el prendimiento de injertos de brotes de árboles adultos de *Pinus patula* en función de factores asociados al patrón. Los injertos se realizaron en las instalaciones del vivero del Postgrado Forestal en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Los brotes se recolectaron de una plantación comercial en Huayacocotla, Veracruz. Los factores que se probaron para la producción de los patrones en un experimento factorial 2x2x2 fueron: dos tipos de envase (tubete de 330 mL y maceta de 1.9 L), dos niveles de riego (40 % y 100 % de capacidad de campo) y dos niveles de fertilización

(ligera: 2 gL⁻¹ de osmocote y pesada: 7 gL⁻¹ de osmocote + fertilizante). El mismo régimen de riego y fertilización se siguió después de la injertación y durante el crecimiento del injerto. Se incluyeron 15 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: prendimiento de los injertos, el diámetro basal (DBI) y longitud del injerto (LI). Se realizó un análisis de varianza con un diseño experimental completamente al azar y las medias se compararon con la prueba de Tukey. El éxito del prendimiento de los injertos fue de 71.9 % y el tratamiento con mayor prendimiento fue el T3 (maceta-100 % CC-2gL⁻¹) con 13 injertos prendidos de 15 realizados. Se encontraron diferencias altamente significativas para diámetro basal de injerto ($p=0.0026$) y longitud del injerto ($p=0.0464$) y la comparación de medias indicó efectos significativos de los tres factores estudiados (envase, riego y fertilización) sobre el DBI y LI.

Germinación y crecimiento preliminar del árbol del hule (*Castilla elastica* Cerv.)

Germination and early growth of rubber tree (*Castilla elastica* Cerv.)

José Pablo Custodio-Rodríguez¹, Georgina Vargas Simón¹, Wilfrido Miguel Contreras-Sánchez¹

¹ División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

* Autor para correspondencia: gina83@gmail.com

Castilla elastica, es un árbol que se utilizaba desde la época prehispánica por las culturas mesoamericanas por su látex, útil en diferentes actos ceremoniales, se encuentra asociado a diferentes tipos de vegetación del trópico húmedo y en agroecosistemas como cafetales y cacaotales. Puesto que sus ecosistemas son altamente amenazados, se realizó este trabajo con el objetivo de obtener su germinación y evaluar su crecimiento, así ser propagado para su conservación y en ensayos de reforestación. Las semillas se colectaron en Paraíso, Tabasco, México, se sembraron en bandejas forestales, utilizando sustrato: peat moss, vermiculita y agrolita, 60:20:20 + Multicote. Se mantuvieron en condiciones de invernadero durante 70 días y luego fueron trasladados a cielo abierto, se identificaron sus fases de desarrollo y su crecimiento (longitud de tallo, Lt y diámetro basal de tallo, Db), con estos datos se calcularon Tasas de crecimiento absoluto y relativo. En ambos casos se

registraron condiciones ambientales (temperaturas en ambos ambientes, PAR en el invernadero; precipitación y radiación UV). Adicionalmente, pruebas de regresión simple y se calculó una regresión comparando la Tasa de crecimiento absoluta con algunas variables climáticas. La evaluación del crecimiento tuvo una duración de 205 días. La total germinación (100 %) se obtuvo en 18 dds, se definieron los períodos en que se formaron los órganos fotosintéticos. A los 205 dds, las plantas alcanzaron una Lt y un Db promedio de 36.5 cm y 8.2 mm. De acuerdo con los modelos de regresión, *C. elastica* crece 0.188 cm día⁻¹, por cada milímetro de Db se presenta un incremento de 4.03 cm de Lt. La asociación entre las variables temperatura ambiental, radiación solar y UV fue negativa lo que indica que el crecimiento de *C. elastica* disminuye al aumentar el valor de estas variables. Este trabajo demostró la factibilidad de producir plantas de *C. elastica* de calidad.

Efecto del almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semillas de *Prosopis laevis* (H. & B.) Johnst.

Effect of storage on the physiological quality of seeds *Prosopis laevis* (H. & B.) Johnst.

Liliana Muñoz Gutiérrez^{1*}, Julio César Ríos Saucedo², Dora Alicia García García³, César Alejandro Pérez Hernández⁴

1 Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid-Comef), INIFAP, Coyoacán, Ciudad de México, México.

2 Campo Experimental Valle de Guadiana, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP, Durango, Durango, México.

3 Campo Experimental Saltillo, Centro de Investigación Regional del Noreste, INIFAP, Saltillo, Coahuila, México.

4 Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, Ingeniería en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales, Zacualtipán, Hidalgo, México.

* Autor para correspondencia: gutierrez.liliana@inifap.gob.mx

La detección del deterioro de las semillas a través de las pruebas de vigor son un componente importante en la evaluación de la calidad. El objetivo fue medir el vigor de semillas de *Prosopis laevis* a través de la prueba de envejecimiento acelerado (EA) para determinar su calidad en función de las condiciones de almacenamiento. Las semillas fueron almacenadas en frascos de vidrio a temperaturas entre 15 y 18 °C durante un periodo de diez años, con contenidos de humedad entre 8.8 y 9.4 %. Se realizó una prueba de EA con tres tipos de sales: cloruro de potasio (KCl), cloruro de litio (LiCl) y bromuro de potasio (KBr); y tres tiempos de almacenamiento (6, 12 y 24 horas) a temperatura constante de 35 ± 1 °C; bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3. Se determinó el porcentaje de germinación (PG); la energía germinativa (EG) y el índice de

velocidad de germinación (IVG). Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias a través de la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en SAS. Únicamente existen diferencias estadísticas en el factor tipo de sal. El LiCl presentó el PG más alto (60 %); la semilla no fue drásticamente afectada en su calidad fisiológica; incluso superó al testigo (sin envejecimiento) con 53 %. Se observó que la EG, fue más rápida en los tratamientos a base de LiCl en los tres tiempos de almacenamiento; y el IVG indica que tuvieron mejor comportamiento las semillas tratadas con LiCl (0.83) seguido del testigo (0.73). Se concluye que aquellos lotes que presenten una germinación después del EA, superior al 80 %, podrían ser clasificadas como de alto vigor, entre 60-80 % como vigor medio, y menores de 60 % como de bajo vigor.

Promoción de la floración en *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

Promotion of flowering in *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

Liliana Muñoz Gutiérrez^{1*}, J. Jesús Vargas Hernández²

1 Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid-Comef), INIFAP, Coyoacán, Ciudad de México, México.

2 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: gutierrez.liliana@inifap.gob.mx

La aplicación exógena de ácido giberélico ($AG_{4/7}$) ha demostrado ser efectiva en la formación de estructuras reproductivas en árboles de las familias Cupressaceae, Taxodiaceae y Pinaceae. El objetivo fue evaluar el efecto del ácido giberélico ($AG_{4/7}$) y anillado en el tronco en distintas fechas de aplicación sobre la formación de estructuras reproductivas de *Pseudotsuga menziesii*. En una plantación de árboles de navidad de 10 a 13 años y de origen sexual, se aplicó una sola dosis de $AG_{4/7}$ (1.27 mg/cm²), dos niveles de anillado en el tronco (con y sin anillado), y seis fechas de aplicación (08, 15, 22 y 29 de marzo, y 05 y 12 de abril del 2013) con seis repeticiones. Al año siguiente se determinó el porcentaje de árboles con respuesta y el número de estróbilos femeninos y masculinos por árbol. El ANOVA y prueba de Tukey ($p \leq 0.10$) demostraron que los tratamientos tuvieron efectos significativos, mientras

que la fecha solo tuvo efecto sobre el porcentaje de árboles con respuesta a la formación de estróbilos masculinos. El porcentaje de árboles con formación de estróbilos femeninos varió de 27 a 94 % y con estróbilos masculinos de 0 a 44 %. Se logró promover ambos tipos de estróbilos en todas las fechas de aplicación. El número promedio de estróbilos femeninos fue mayor con la aplicación de $AG_{4/7}$ con y sin anillado (22.3 y 21.1, respectivamente), el anillado por sí solo formó un estróbilo femenino en promedio y masculinos ninguno; mientras que el mejor tratamiento para inducir estróbilos masculinos fue con la aplicación de $AG_{4/7}$ sin anillado (4.92). Se concluye que los tratamientos son efectivos para promover ambos tipos de estructuras reproductivas; se requiere continuar la aplicación en diferentes fechas para lograr una mayor respuesta a la formación de estróbilos masculinos.

Demografía y viabilidad reproductiva en *Picea martinezii* Patterson y *Picea mexicana* Martínez, en México

Demography and reproductive viability in *Picea martinezii* Patterson and *Picea mexicana* Martínez, in Mexico

Eduardo Mendoza-Maya¹, Guadalupe Estefanía Rivas del Bosque², Celestino Flores-López², José Ciro Hernández-Díaz³, Cuauhtémoc Sáenz-Romero⁴, J. Jesús Vargas-Hernández⁵, José Ángel Prieto-Ruiz⁶, Christian Wehenkel^{3*}

1 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Durango 34160, México. edumm1985@gmail.com. 2 Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo, Coahuila 25315, México. estefaniarivasdelbosque123@gmail.com (GERB), cele64@gmail.com (CFL). 3 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED, Durango, Durango 34160, México. jciroh@ujed.mx (JCHD). 4 Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, Michoacán 58330, México. csaenzromero@gmail.com. 5 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de Mexico 56230, México. jjesus.vargashernandez@gmail.com. 6 Facultad de Ciencias Forestales, UJED, Durango, Durango 34120, México. jprieto@ujed.mx

* Autor para correspondencia: wehenkel@ujed.mx

La extinción local de poblaciones puede llevar a una especie a la extinción total, siendo las poblaciones pequeñas, aisladas y fragmentadas las de mayor riesgo ante la estocasticidad genética y ambiental. *Picea martinezii* y *P. mexicana* son dos taxones endémicos de México que cuentan solo con cuatro y tres poblaciones, respectivamente, aisladas y fragmentadas. El presente trabajo exploró la relación entre el tamaño efectivo de población (N_e) y la viabilidad reproductiva de ambas especies. Se realizaron censos completos en las siete localidades, registrando todos los individuos con altura mayor a 30 cm, en diferentes categorías diamétricas (0, 1, 2 ... n cm). El tamaño efectivo de población se estimó con base en los árboles mayores a 10 cm de diámetro normal. La viabilidad reproductiva se evaluó con ocho indicadores mediante el análisis de conos ($n=10$) en 13 a 30 árboles por población. Los censos mostraron poblaciones totales

(PT) de 712 a 84,289 individuos y N_e de 435 a 19,749 individuos en *P. martinezii* y de 2,253 a 17,728 (PT) y 542 a 3,509 (N_e) en *P. mexicana*. En ambas especies, siete de los ocho indicadores reproductivos mostraron que las poblaciones con menor N_e [La Encantada de *P. martinezii* ($N_e=435$) y El Coahuilón de *P. mexicana* ($N_e = 542$)] tienen la menor viabilidad reproductiva, mientras que las de mayor N_e presentan la mayor viabilidad reproductiva. Las distribuciones diamétricas mostraron que las menores frecuencias de regeneración (individuos < 5 cm DAP) se encuentran también en las poblaciones más pequeñas de cada especie: La Encantada (< 20 %) y El Coahuilón (< 60 %). Estos resultados concuerdan con la teoría de los vórtices de extinción genética (a menor N_e , aún menor capacidad reproductiva), por lo que se recomienda especial atención en el manejo de las poblaciones de El Coahuilón y La Encantada en estas especies.

Palabras clave: estocasticidad genética, estructura demográfica, piceas mexicanas, tamaño efectivo de población, viabilidad reproductiva, vórtice de extinción genética.

Parámetros genéticos e interacción genotipo-ambiente en caracteres morfológicos y de crecimiento en ensayos clonales de *Cedrela odorata* L.

Genetic parameters and genotype-environment interaction in morphological and growth characters in clonal trials of *Cedrela odorata* L.

Susana Olvera-Moreno¹, Javier López-Upton^{1*}, Vicente Sánchez-Monsalvo², Marcos Jiménez-Casas¹

1 Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental San Martinito, Puebla

* Autor para correspondencia: uptonj@colpos.mx

En México se han realizado trabajos de mejoramiento genético en *Cedrela odorata* L., donde se han seleccionado individuos de crecimiento superior y tolerantes al ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller. Su uso comercial requiere evaluar los clones seleccionados en diversas condiciones ambientales para maximizar su ganancia genética. Se establecieron ensayos clonales en dos ambientes diferentes, Isla, sur de Veracruz y San Francisco, Campeche. En cada sitio se evaluaron 90 clones propagados por injertación. El objetivo fue estimar parámetros genéticos y la interacción genotipo-ambiente (GxA) en variables de crecimiento y morfológicas del fuste, copa y hojas a siete años. En Isla los valores de heredabilidad superaron a los de San Francisco. Las heredabilidades más altas en ambos sitios se estimaron para la longitud del peciolo, volumen y diámetro del fuste. Las correlaciones fenotípicas y genéticas entre las características de

crecimiento fueron altas y positivas, sin embargo, entre variables de crecimiento y las de fuste, copa y hojas fueron de bajas a moderadas. El volumen usado como criterio de selección no afectaría negativamente la respuesta de ninguna de las variables evaluadas. A pesar de las diferencias ambientales se determinó estabilidad alta en el comportamiento de los clones seleccionados, a excepción de cuatro clones interactivos que son de volumen superior en San Francisco. Con la exclusión de tres de los clones más interactivos para volumen se reduce casi totalmente la GxA de esta característica. Así, para evitar pérdida genética se sugiere usar esos cuatro clones solamente en sitios de Campeche, y los demás superiores en ambos sitios. Los resultados obtenidos son aportes de información útil para la distinción de clones sobresalientes y contribuyen a la toma de decisiones para el mejoramiento genético.

Criopreservación de semillas de *Cedrela odorata* L.

Cryopreservation of *Cedrela odorata* L. seeds

Mario Valerio Velasco-García^{1*}, Carlos Román Castillo-Martínez¹, Florencia Tiberia Aucán García-Campusano¹, Liliana Muñoz-Gutiérrez¹, Dalia Grisel Hernández-Arroyo², Miguel Ángel Vallejo-Reyna¹

1 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, INIFAP, Coyocacán, Ciudad de México, México.

2 Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, Zacatlán, Puebla, México.

* Autor para correspondencia: taxodium01@hotmail.com

Cedrela odorata es la segunda especie forestal tropical de mayor valor debido a la calidad de su madera. Por la destrucción de su hábitat está sujeta a protección especial. Sus semillas pierden viabilidad rápidamente, lo que dificulta la conservación *ex situ* de semillas con técnicas convencionales en los bancos de germoplasma. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de distintos tratamientos de criopreservación sobre la germinación de *C. odorata*. Para ello, se congelaron en nitrógeno líquido semillas deshidratadas y sin deshidratar, así como encapsuladas en alginato de calcio o en presencia de agentes vitrificantes (LS, PVS2 y PVS3) como agentes crioprotectores. Mediante conteo diario de la germinación se determinaron la capacidad germinativa (CG), energía germinativa (EG) y valor germinativo (VG). La comparación de los tratamientos se realizó con la prueba de Kruskal-Wallis y su agrupamiento con análisis de componentes principales. Las semillas

desnudas, ya sea sin deshidratar (TN) o deshidratadas al 5 % (T1) presentaron las mejores respuestas para las tres variables, las cuales no fueron diferentes al control (TP). No obstante, la encapsulación o el uso de agentes criopreservantes afectó negativamente la respuesta ($p = 0.0001$), lo que sugiere una posible sensibilidad a los agentes empleados. El análisis de componentes principales determinó tres grupos de tratamientos, el primero lo integraron los mejores tratamientos (TP, TN y T1: $CG \geq 74 \%$, $VG \geq 62.1$, $EG \leq 6.4$), el segundo grupo lo conformaron los tratamientos sometidos a encapsulación y encapsulación/vitrificación con LS y PVS2, los cuales tuvieron valores intermedios ($CG = 29$ a 64% , $VG = 7.4$ a 16.6 y $EG = 4.6$ a 9.8), el tercer grupo los trató con PVS3 ($CG \leq 27 \%$, $VG \leq 6.0$, $EG \geq 7.8$). Se concluye que la congelación rápida en NL de semillas sin recubrir puede ser una alternativa viable para la conservación *ex situ* de *C. odorata*.

Crecimiento, vigor y prendimiento de injertos de *Pinus patula* var. *longipedunculata* en Oaxaca

Growth, vigor and take on grafts of *Pinus patula* var. *longipedunculata* in Oaxaca

Mario Valerio Velasco-García^{1*}, Rosalía Hernández-Muñoz², Adán Hernández-Hernández³, Bertario Sánchez-Rosales³, Vidal Guerra-De la Cruz⁴, Martín Gómez-Cárdenas⁵, Javier López-Upton⁶, Octavio Lemuel Cruz-Santiago²

1 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid-Comef), INIFAP. Coyoacán, Ciudad de México, México. 2 Instituto Tecnológico de San Miguel El Grande. San Miguel El Grande, Tlaxiaco, Oaxaca, México. 3 Campo Experimental Valles Centrales, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur (CIRPAS), INIFAP. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oaxaca, México. 4 Sitio Experimental Tlaxcala, Centro de Investigación Regional Centro (CIRCE), INIFAP. Tlaxcala, Tlaxcala, México. 5 Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 6 Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC), Uruapan, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: taxodium01@hotmail.com

Pinus patula Schiede ex Schltdl. et Cham. var. *longipedunculata* Look ex Martínez es la especie forestal de mayor importancia maderable y para plantaciones en Oaxaca, por lo que es necesario establecer huertos semilleros asexuales; pero información sobre factores que influyen en el injertado es escasa. El objetivo fue identificar el efecto de la procedencia y otros factores en el crecimiento, vigor y prendimiento de injertos. Las púas se recolectaron en cuatro procedencias: Teococuilco de Marcos Pérez (Teococuilco), San Pedro Yólox (Yólox), San Pedro Leapi (Leapi) y San Pedro el Alto (SPA). El injertado se efectuó mediante fisura terminal en plantas patrón de ocho meses de edad. Se evaluó el incremento promedio mensual de diámetro (IPMD) y altura (IPMA) del injerto, el vigor se obtuvo de manera cualitativa ordinal y se obtuvieron correlaciones entre estas variables con el tiempo de recolecta-injerto (TRI), edad de árboles donantes

(EAD) y relación de diámetro patrón-púa (RPP). Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de rangos, además de componentes principales. Las procedencias fueron significativamente diferentes ($p < 0.0001$) para el IPMD, IPMA, vigor y prendimiento. Leapi y SPA tuvieron mayores IPMD, pero Yólox y Teococuilco tuvieron mayores IPMA. El 68.18 % de los injertos fueron vigorosos y el resto fue decaído o muerto, el prendimiento varió de 52.65 a 97.50 %. El componente principal uno (CP1) indicó que Yólox fue la mejor procedencia, seguida de Teococuilco. La correlación fue negativa entre el TRI con el IPMA, Vigor y el CP1, así como la RPP con IPMA. Para injertar *P. patula* var. *longipedunculata* se debe considerar el origen de las púas, disminuir el tiempo de traslado y la relación entre los diámetros de la planta patrón con la púa debe ser cercano a la unidad.

Variación genética y estructura filogeográfica de *Pinus durangensis* Mtz., y *Pinus martinezii* E. Larzen, endémicas de México

Genetic variation and phylogeographic structure of *Pinus durangensis* Mtz., and *Pinus martinezii* E. Larzen, endemics of Mexico

Rubi Contreras Bailón^{1*}, Patricia Delgado Valerio¹, Alejandra Moreno Letelier², Daniel Piñero Dalmau², Cuauhtémoc Sáenz Romero³, Ma. del Carmen Rocha Granados¹

¹ Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Uruapan, Michoacán, México.

² Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

³ Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: contrerasrub@gmail.com

Pinus durangensis Mtz y *P. martinezii* E. Larzen, son endémicas de México. La primera se distribuye en la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, mientras que *P. martinezii* está restringida a pequeñas poblaciones fragmentadas en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) y está sujeta a protección especial. Algunos autores le dan el rango de especie, mientras que otros la consideran sinonimia de *P. durangensis*. Dada esta problemática es necesario generar información básica que ayude a esclarecer su estatus taxonómico, biológico y evolutivo. Se exploró la estructura genética de las especies y su asociación con la distribución geográfica y climática. Se usaron seis marcadores microsatélites de cloroplasto en 307 individuos de 20 poblaciones, así como métodos analíticos de la genética de poblaciones y filogeografía. Los resultados muestran niveles altos de variación genética en ambas especies ($H_e=0.905$ en *P. martinezii* y $H_e= 0.904$ para *Pinus durangensis*), con una diferenciación genética entre

ellas ($R_{ST}= 0.503$). El análisis Bayesiano de estructura poblacional (BAPS) y la presencia de una barrera genética, indican que la partición óptima de la variación genética está conformada por dos grupos genéticos y geográficos: zona Norte (Sonora, Chihuahua, Durango y Jalisco) correspondiente a *P. durangensis* y zona Sur (Michoacán) representada por *P. martinezii*. Las poblaciones muestran una asociación significativa entre las distancias genéticas y geográficas ($r= 0.560$), y ambas zonas están diferenciadas de acuerdo al índice de severidad de sequía de Palmer (PSDI), con un mayor grado de sequía para la zona Norte (-0.51). Los resultados sustentan que *P. durangensis* y *P. martinezii*, son dos linajes genéticos independientes, aislados históricamente por barreras geográficas y climáticas, asociadas al surgimiento de la FVTM y a los eventos glaciares del pleistoceno. Se plantea el rescate y conservación de las poblaciones de mayor riesgo de extinción y representativas del acervo genético de las especies.

Palabras clave: pinus, estructura genética, microsatélites, divergencia, conservación.

Caracterización de la semilla de guamúchil *Pithecellobium dulce* (roxb.) Benth.

Characterization of the guamúchil seed *Pithecellobium dulce* (roxb.) Benth.

José Ángel Alcántara-Jiménez^{1*}; César Cristóbal-Hernández²; Jesús Salmerón-Erdosay³; Ángel Osvaldo Alcántara-Nazario⁴; Raúl Berdeja-Arbeu⁵

1,3 Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO). Cocula, Guerrero. México.

2 Universidad Intercultural del Estado de Guerrero.

4 Colegio de Postgraduados, Montecillo Edo. Mex. México.

5 Profesor investigador de la BUAP.

* Autor para correspondencia: aaja61@hotmail.com

Los estudios de caracterización en semillas, son de interés e importancia para cualquier programa de mejoramiento genético de la selva baja caducifolia. Para efectuar esta investigación se consideraron 34 localidades de tres estados de la República Mexicana: Guerrero, Morelos y el Estado de México, se separaron en grupos los cuales fueron: G. Dulce, Dulce, G. Amargo, Amargo, G. Simple, Simple y varios en este último encuentran dos localidades que presentaron 5 genotipos diferentes, se seleccionaron 10 semillas por genotipo de manera aleatoria. El objetivo fue caracterizar las semillas de guamúchil en diferentes regiones, para obtener información referente a este árbol, así como generar árboles con características

deseables; las mediciones se llevaron a cabo con un vernier marca mitutoyo para el largo, ancho y el grosor de la semilla, el peso fue determinado con una balanza de precisión. Se realizaron análisis de varianza, comparación de medias para detectar diferencias entre genotipos. No se encontraron diferencias significativas en las variables. Sin embargo, los genotipos que presentaron mayor valor en la media para el largo fue G. Dulce procedente de Chilapa de Álvarez, Gro., mientras que el ancho fue del genotipo Amargo que se recolectó de Alpuyeca, Mor., en el grosor se encontró en el genotipo G. Dulce procedente de Tlapa, Gro., y el mayor peso fue del genotipo Amargo de la localidad de Zumpango del Río, Gro.

Supervivencia y factores de riesgo de injertos de *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. var. *greggii*

Survival and hazard factors of *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. var. *greggii* grafts

Alberto Pérez-Luna¹, José Ciro Hernández-Díaz^{2*}, José Ángel Prieto-Ruiz³, Christian Wehenkel²

1 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

2 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: jciroh@ujed.mx

Para establecer huertos semilleros asexuales suelen utilizarse clones obtenidos mediante injertos. El objetivo de este estudio fue evaluar la supervivencia y el riesgo de ocurrencia de muerte en injertos de *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. var. *greggii*, realizados en dos estadíos fenológicos de las púas (en latencia y crecimiento), con tres técnicas de injertado (fisura terminal con microclima -FTCM-, fisura terminal sin microclima -FTSM- y enchapado lateral con microclima -ELCM). Se hicieron 180 injertos: 90 con púas en latencia y 90 con púas en crecimiento. En cada estadío fenológico de las púas se realizaron 30 injertos de cada técnica evaluada; la supervivencia se monitoreó por seis meses. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos. Para evaluar el riesgo de muerte derivado del

estadío fenológico y de la técnica aplicada, se ajustaron tres funciones de riesgo: Weibull, Exponencial y Gompertz. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la supervivencia por efecto de los tratamientos evaluados. La supervivencia con púas en latencia fue 56 % y con púas en crecimiento fue 31 %. En función de la técnica se obtuvo un 66 %, 45 % y 20 % de supervivencia en injertos de ELCM, FTSM y FTCM, respectivamente. El mayor riesgo estimado de muerte por efecto del estadío fenológico se obtuvo con la función Weibull, que estimó que este riesgo aumenta en un 179 % al usar púas en crecimiento. Por otra parte, el mayor riesgo de muerte por efecto de la técnica de injertado se estimó con la función Exponencial, con un aumento de 73 % del riesgo de muerte en injertos de FTSM. Se concluye que es más viable realizar injertos de *P. greggii* var. *greggii* con púas en latencia y con la técnica de ELCM.

Variación del crecimiento en campo entre procedencias de moringa

Variation of Growth variation in the field among provenances of moringa

Areli M. Guzmán-Pozos^{1*}, Efraín Cruz Cruz¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

* Autor para correspondencia: forestal_areli22@hotmail.com

Moringa oleífera es de rápido crecimiento y soporta podas frecuentes. La hoja de moringa ha sido usada para consumo humano y animal; sin embargo, la variación en las propiedades nutrimentales de la moringa es alta y depende de factores genéticos, del ambiente y de las prácticas de cultivo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la variación del crecimiento entre las procedencias de nueve materiales de moringa. El diseño experimental fue de parcelas divididas, cuatro repeticiones por procedencia. Se establecieron camas de 6 metros de largo por 1 metro de ancho, cuatro líneas de plantas con una separación de 33 cm. La parcela grande 6 x 1 m se colocaron las procedencias y en la parcela chica 2 x 1 m la altura de corte. La altura de poda de las plantas fue 10, 15 y 20 cm del nivel del suelo, estos cortes se aleatorizaron

en cada subparcela. La parcela útil para la toma de datos consistió en las dos líneas centrales de un metro de longitud. Al inicio del experimento se registraron los datos de altura de planta y diámetro de tallo cada 15 días, posteriormente estas medidas se tomaron antes de cada corte. Diferencias significativas ($P \leq 0.05$) se encontraron entre procedencias, fechas y alturas de corte para las variables: diámetro, altura y tasa de crecimiento. La procedencia con los diámetros promedio más altos fue para NLARGA (21.3 mm) y los más bajos para XOCH (19.4 mm). La procedencia con las alturas, tasas de crecimiento promedio más altas fue para NLCORTA (103.9 cm, 2.21cm/día, respectivamente) y las más bajas para JTLA (85.93 cm, 1.81cm/día, respectivamente). Los materiales NL CORTA y NL LARGA mostraron los valores más altos en crecimiento.

Variación genética en la respuesta de familias de *Pinus patula* a condiciones de sequía

Genetic variation in the response of *Pinus patula* families to drought conditions

Rigoberto Acosta-Rico^{1*}, Javier López-Upton¹, J. Jesús Vargas-Hernández¹, Nicacio Cruz-Huerta²

1 Postgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. km 36.5 carretera México- Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Fisiología Vegetal. Carretera México- Texcoco km 36.5, Montecillo. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: acostarigoberto8@gmail.com

Se estableció un experimento de riego y sequía en camas de crecimiento (prueba de jardín común) con árboles de 64 familias de medios hermanos de *Pinus patula*. Se utilizó un diseño en parcelas divididas: dos niveles de humedad en las parcelas grandes y las familias en las chicas. Se utilizaron 16 bloques con un árbol de cada familia/bloque; esto es 1,024 árboles/ambiente. En el tratamiento de riego (T0) la humedad se mantuvo cercana a capacidad de campo (40-55 %) y en sequía (20-39 %). La humedad se monitoreó con un sensor TDR. La sequía duró 5 meses, de noviembre de 2020 a abril 2021. Al inicio y después cada mes se determinó altura total (AT), diámetro de la base (DC), número de verticilos (NV) y de ramas (NR). Se calculó la heredabilidad individual en sentido estricto y la interacción genotipo*ambiente (r_B). Se

encontraron diferencias significativas entre niveles de humedad ($p < 0.001$). En riego las medias en AT, DC, NV y NR fueron de 15.84cm, 2.48mm, un verticilo y cinco ramas, mientras que en sequía la AT fue de 6.02cm, DC de 1.30mm, cero verticilos y dos ramas en promedio. La supervivencia fue de 65 % en riego y 39 % en sequía. Se encontraron diferencias a nivel de familias en altura ($p < 0.02$) con $p=0.05$. En riego el incremento entre familias varió de 7.6 a 29.8 cm y en sequía de entre 1 a 11.9cm. Se encontró interacción GxA en la altura (0.28) y en diámetro ($r_B=0.35$), no así en número de verticilos (0.91) ($r_B=0.91$) y ramas ($r_B=0.87$). Los valores de r_B a los cinco meses en riego para AT, DC, NV y NR fueron; 0.33, 0.30, 0.42 0.40; en sequía de 0.36 para AT, 0.30 en DC, 0.52 en NV y 0.34 en NR.

Metodología para la colecta y beneficio de semilla de mezquite (*Prosopis leavigata*)

Methodology for the collection and benefit of mezquite seed (*Prosopis leavigata*)

María Celeste Rivera-Hernández¹, Ricardo Rivera-Vázquez^{2*}

1 Estudiante Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales, Juriquilla, Querétaro, Qro., CP 76230.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Km. 6.5 Carr. Celaya-San Miguel, Celaya, Gto., CP 38110,

* Autor para correspondencia: rivera.ricardo@inifap.gob.mx.

El mezquite (*Prosopis leavigata*) es un árbol endémico de México, con amplia distribución, sobre todo en ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, y que ha sido utilizado por las poblaciones rurales; por lo cual, es de suma importancia conservar las áreas de mezquital o recuperar las conformadas por mezquites. Para mejorar las condiciones ambientales donde se puede desarrollar, y al mismo tiempo sea una fuente para su aprovechamiento sustentable; se puede hacer reforestaciones, las cuales requieren de semilla de alta calidad. El trabajo desarrolló una metodología para la obtención de semilla, teniendo seis pasos: 1. La recolección de vainas maduras se realiza directamente del árbol; un árbol aporta entre 9 a 11 kg de vaina. 2. Las vainas se extienden en un área soleada durante 15 días; de los 10 kg de vaina fresca, quedan 6 kg de vaina seca. 3. Las vainas secas, con un

porcentaje de humedad entre el 20 y 30 %, se muelen en una desgranadora (de granos básicos) para separar la semilla con el endocarpio; de los 6 kg de vaina seca se obtienen 2.9 kg de semilla con endocarpio. 4. La semilla con endocarpio se deja secar nuevamente durante tres días, después se eliminan todas aquellas semillas que presenten daños por plagas (picudos) o daños mecánicos; de los 2.9 kg de semilla quedaron 2.6 kg de semilla con endocarpio limpia. 5. La semilla con endocarpio se pasa por un molino manual (nixtamal) para quitárselo, se pierde hasta el 30 % de semilla por daños mecánicos; de los 2.6 kg de semilla con endocarpio quedan 400 g de semilla limpia. 6. La semilla obtenida se guarda en frascos plásticos en un lugar cerrado y fresco, agregando una bolita de naftalina para evitar la proliferación de gorgojos; así puede permanecer hasta por cinco años sin perder viabilidad.

Crecimiento y distribución de biomasa en plantas de *Pinus radiata* en respuesta a estrés hídrico

Growth and distribution of biomass in *Pinus radiata* seedlings in response to drought

Gardenia De Jesús-Reyes^{1*}, J. Jesús Vargas-Hernández¹, Nicacio Cruz-Huerta², Javier López-Upton¹

¹ Postgrado en Ciencias Forestales

² Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Fisiología Vegetal, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. C. P. 56230. Montecillo, Edo. de México.

* Autor para correspondencia: garde-88@hotmail.com

Pinus radiata está adaptada a periodos de sequía en su hábitat natural, pero una sequía severa puede afectar el crecimiento y productividad de plantas juveniles. El objetivo fue evaluar el efecto de la disponibilidad de agua en el crecimiento y distribución de biomasa en plantas de *Pinus radiata* de Isla Cedros (C) y Guadalupe (G), con el propósito de identificar mecanismos de adaptación a estrés hídrico en ellas. Se establecieron dos tratamientos de humedad [Riego (S_0) y Sequía (S_1)] durante 23 semanas, se midió la humedad y la distribución de raíces a diferente profundidad del suelo, así como el crecimiento en altura y diámetro y los componentes de biomasa. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre S_0 y S_1 , así como entre C y G en la mayoría de las

características evaluadas. La sequía redujo drásticamente la acumulación de biomasa en todos los componentes de la planta, especialmente en la raíz, ocasionando un aumento en la relación parte aérea/raíz. La población G mostró un mayor crecimiento y acumulación de biomasa, pero fue más sensible al déficit hídrico que C. La mayor relación parte aérea/raíz de C en condiciones de estrés hídrico se interpreta como un mecanismo adaptativo a las condiciones de aridez en la isla para captar mayor humedad de la niebla. Las diferencias ecotípicas entre las poblaciones en la respuesta a S_1 muestran una diferenciación en los mecanismos adaptativos que han resultado de los procesos evolutivos en sus respectivos ambientes.

Tratamientos pregerminativos en semillas de *Abies religiosa* mediante la inmersión en agua a diferentes temperaturas y tiempos.

Pre-germinative treatments in seeds of *Abies religiosa* through immeration in water at different temperatures and times

Leoncio Hernández Valera^{1*}, Víctor Manuel Cetina Alcalá¹, Héctor Gonzáles Rosas², Carlos Ramírez Herrera¹, Jesús Jasso Mata¹

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Posgrado en ciencias Forestales, Texcoco Estado de México

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Posgrado en Fruticultura Texcoco Estado de México

* Autor para correspondencia: hernandez.leoncio@colpos.mx

La mayoría de las semillas forestales tienden a ser ortodoxas, por lo que se pueden almacenar durante varios periodos de tiempo, en condiciones adecuadas lo que en ocasiones no se cumple provocando que su viabilidad o capacidad para germinar disminuya. Teniendo bajos porcentajes de germinación, debido a que no se controlaron las condiciones de almacenamiento cómo son la temperatura y humedad que requieren, además de que las condiciones varían según la especie. con el propósito de incrementar el porcentaje de germinación en semillas de *Abies religiosa* se realizó la presente investigación en el laboratorio de ciencias forestales del Colegio de Postgraduados campus Montecillo, para determinar a qué temperaturas y tiempos en los que se somete la semilla generan mayores porcentajes de germinación. Se tuvo un experimento de bloques al azar (DBA) con cinco temperaturas (10, 20, 30, 40, 50 °C) y 13 tiempos dadas en (S,

min, h) convertidas en segundos para su posterior análisis teniendo un total de 65 tratamientos con 30 repeticiones. En el trabajo de investigación se consideró los resultados obtenidos en laboratorio realizados por parte de la CORENA quien donó la semilla y la ficha técnica de la CONAFOR, teniendo un 51.25 % de germinación, estando almacenada durante 5 años y de un 45 a 49 % el primer año de colecta de acuerdo a la ficha técnica de esta especie. Obteniendo un porcentaje aceptable mediante estos tratamientos pregerminativos del 73 % al someter la semilla a un periodo de tiempo largo y a una temperatura alta, y teniendo otros tratamientos que estuvieron casi a la par del mejor tratamiento con un porcentaje semejante en su germinación determinando que si existe diferencia entre tratamientos. Por lo que se determinó que esta semilla puede tolerar temperaturas más altas con periodos de tiempo más cortos.

Evaluación del efecto de ácido indol-3-butírico con diferentes dosis en la propagación vegetativa de *Populus alba*

Evaluation of the effect of indole-3-butyric acid at different doses on vegetative propagation of *Populus alba*

Josué Fabián Pérez Hernández¹, Ramón Razo Zárate^{1*}, Rodrigo Rodríguez Laguna¹, Juan Capulin Grande¹, Ingrid Árcega Santillán²

1 Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Av. Universidad km. 1, Ex-Hacienda de Aquetzalpa, CP 43660 Tulancingo, Hgo., México.

2 Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Kilómetro 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma, Hidalgo 42090, México.

* Autor para correspondencia: ramon_razo@uaeh.edu.mx

La propagación vegetativa es una técnica que permite reproducir asexualmente algunas especies forestales, esta se ve beneficiada por un medio de enraizamiento que puede ser natural o químico el cual, tendrá como consecuencia la reproducción de raíz para dar inicio a una nueva plántula con características similares a la especie de recolección. El objetivo de esta investigación fue evaluar el crecimiento de yemas axilares de la especie de *Populus alba* con la aplicación de diferentes dosis de enraizante de Ácido Indo-3-Butírico. Se seleccionaron arboles de la especie con características similares con la finalidad de obtener de ellos esquejes de sus ramas de 30 cm de largo y con tres diferentes diámetros 0.5–1.4, 1.5–2.4 y 2.5–4 cm para su plantación en invernadero, planteando cuatro tratamientos y su testigo con tres repeticiones, aplicando dosis de enraizante de 0, 1500, 3000, 5000 y 10000 ppm en sustrato con características similares.

Los resultados del crecimiento de yemas axilares de la especie de *Populus alba* con un agrupamiento de Duncan mostraron que en los tres diámetros para los cuatro tratamientos y su testigo no existen diferencias estadísticas significativas ($F=1.89$ $P\leq 0.053$). Para diámetro 1.4–0.5 cm, el enraizante 1500 ppm alcanzó el mayor promedio con 1.3 en comparación con el testigo teniendo el mínimo promedio con 0.7 yemas axilares así mismo, el diámetro 2.4–1.5 cm se observó que el testigo obtuvo mayor número de yemas axilares (2.30) en consideración con el enraizante 5000 ppm finalmente, el diámetro 1.4–0.5 cm con enraizante 1500 alcanzó el mayor número de yemas axilares promedio (1.3) en comparación con el testigo con un mínimo de 0.7. Se concluye que Ácido Indol-3-Butírico en las dosis utilizadas en este estudio, no influye en la aparición de yemas axilares en las estacas con los diferentes diámetros de *Populus alba*.

Relación de las características morfológicas en conos de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl & Cham. con la variación altitudinal en la región centro de su distribución natural

Relationship of the morphological characteristics in *Pinus patula* Schiede ex Schltdl & Cham. cones with the altitudinal variation in the central region of its natural distribution

Diana Gómez-García¹, Rodrigo Rodríguez-Laguna^{1*}, Tomás Escobedo-Luna¹, Joel Meza-Rangel¹, Ramón Razo-Zárate¹, Sergio Hernández-León¹, Rodolfo Goche-Telles²

1 Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Avenida Universidad km 1 S/N Ex Hacienda de Aquetzalpa. CP 43660. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Dgo. México.

* Autor para correspondencia; go297800; rlaguna@uaeh.edu.mx

Los análisis de conos y semillas son una herramienta útil para identificar árboles superiores que producen mayor cantidad y calidad de germoplasma. En este sentido el objetivo del presente trabajo fue determinar la relación de las principales características morfológicas en conos de árboles superiores de *Pinus patula* en diferentes rangos altitudinales en la región central de su distribución natural. La metodología consistió en recolectar conos a través del escalado de árboles superiores con características de rápido crecimiento, fuste recto, poda natural y libre de plagas ubicados en los estados de Veracruz e Hidalgo de los cuales se tomó una muestra al azar de siete conos maduros por árbol (50 árboles). Se colocaron en sacos de manta e identificaron para ser transportados al laboratorio y medir la longitud y ancho en milímetros, número de escamas y semillas por cono. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas (p

≤ 0.0001) entre las variables evaluadas en conos de los árboles superiores. Los árboles que produjeron conos de mayor longitud promedio fueron 51 y 53 (115.5 mm) ubicados en el ejido Ojo de Agua, mientras que el árbol número 47 localizado en el ejido La Selva obtuvo el menor valor promedio (64.4 mm). El mayor número de escamas se presentó en los conos del árbol 53 con un valor promedio de 186 y superó con 78 escamas a los conos del árbol 66 (108 escamas). Por otro lado, se encontró una correlación positiva ($p \leq 0.0001$) en las variables evaluadas del cono con la altitud del origen de los árboles superiores; es decir, los árboles localizados a mayor elevación producen conos de mayor tamaño (longitud, ancho) y mayor número de escamas y semillas. Se concluye que los árboles superiores del centro de su distribución natural producen conos diferentes estadísticamente y presentan una correlación positiva con la variación altitudinal.

Cobertura de suelo en un ensayo de progenies de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. en Huayacocotla, Ver.

Soil cover in a progeny test of *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. in Huayacocotla, Ver.

Tomás Escobedo-Luna¹, Rodrigo Rodríguez-Laguna^{1*}, Diana Gómez-García¹, Ramón Razo-Zárate¹, Sergio Hernández-León¹, Abraham Palacios-Romero², Pedro Antonio Domínguez-Calleros³

1 Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Avenida Universidad Km 1, S/N, Ex Hacienda Aquetzalpa. CP 43660, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

2 Departamento de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Dgo. México.

* Autor de por correspondencia; es246615; rlaguna@uaeh.edu.mx

En México, los ensayos de progenie en especies forestales son poco comunes y están dirigidos principalmente a evaluar la calidad genética de progenitores, dejando por un lado evaluaciones con otros propósitos. Se planteó como objetivo evaluar la variación en la cobertura de suelo de un ensayo de progenies de *Pinus patula* de 1.4 años, establecido en la región centro de su distribución natural. El ensayo se estableció en una parcela agrícola abandonada en el ejido Ojo de Agua, bajo el diseño en marco real con espaciamiento de 3x3 metros (1,111 árboles/ha) utilizando el método de preparación del terreno de cepa común. En campo se midió diámetro, altura y características de copa, para generar variables compuestas como área de proyección de copa en el suelo (cobertura), área de intercepción lumínica y área de superficie de copa. La plantación tuvo un diseño experimental de 21 bloques completamente al azar con

64 familias por bloque. Los resultados de análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.0001$) entre las familias en todas las variables evaluadas. La familia 48 que se ubica en el ejido La Selva, Huayacocotla tuvo la altura promedio mayor (171.2 cm) mientras que la familia 49 procedente del ejido Ojo de Agua, presentó el menor crecimiento (136.5 cm). Los árboles que presentan mayor área de proyección de copa en el suelo son de la familia 55 (0.65 m²) que superan a los árboles de la familia 53 (0.41 m²) con 2.7 % a la edad de 1.4 años. El resto de las familias que componen el ensayo de progenie se encuentran dentro de los valores señalados anteriormente. La finalidad de un ensayo de progenie, es evaluar la calidad genética de los progenitores, sin embargo, se concluye que cumple otros propósitos como proteger el suelo con la selección de familias a edades tempranas.

Crecimiento inicial de un ensayo de progenie de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. en Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo

Initial growth of a progeny test of *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. in Zacualtipan de Angeles, Hidalgo

Rodrigo Rodríguez-Laguna¹, Diana Gómez-García^{1*}, Tomás Escobedo-Luna¹, Elizabeth Pérez-Soto¹, Ramón Razo-Zárate¹, Javier López-Upton², Marcos Jiménez Casas²

¹ Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Avenida Universidad Km 1, S/N, Ex Hacienda Aquetzalpa. CP 43660, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

² Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: rlaguna; go297800@uaeh.edu.mx

Las especies forestales con grandes áreas de distribución muestran una plasticidad fenotípica de las características fisiológicas y morfológicas de la población, algunas relacionadas con la adaptación a factores limitantes. Por lo anterior se planteó el objetivo de evaluar la variación en el crecimiento inicial en un ensayo de progenie de *Pinus patula* de 1.5 años plantado en el predio particular Rancho Tlatoxca, Zacualtipán, Hidalgo. El ensayo se estableció en un espacio utilizado como potrero con exposición NO y pendiente del 20 %, bajo el diseño en marco real con espaciamiento de 3x3 metros ajustando la densidad 1,111 árboles/ha. El método de preparación del terreno fue de cepa común. La plantación tuvo un diseño experimental de 20 bloques completamente al azar con 64 familias por bloque y únicamente se evaluaron 12 bloques de los cuales se midió diámetro y altura de las plantas. Los resultados del análisis de covarianza

mostraron diferencias estadísticas no significativas ($P \leq 0.1228$) entre progenies para la variable diámetro. Por otro lado existen diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.0001$) entre familias en el periodo de crecimiento en altura de 1.5 años. La progenie 46 que se ubica en el ejido La Selva, Huayacocotla, creció en promedio 114.9 cm en altura en el periodo de evaluación mientras que la progenie 37 registró el crecimiento promedio inferior de 102.8 cm. En el periodo junio 2020 a abril 2021 (10 meses) la progenie 21 creció 89.9 cm en promedio que se localiza en Ahuazotepec, Puebla, en dicho periodo la progenie 6 únicamente creció 54.3 cm. Se concluye que las plantas en un ensayo de progenie de *Pinus patula* de un año y medio de edad en campo, registraron diferencias significativas entre las progenies en el crecimiento en altura. Se prevé que a corto plazo las progenies expresarán su fenotipo en el sitio establecido.

Rendimiento de aguamiel en maguey pulquero (*Agave salmiana* y *Agave mapisaga*) en el Noreste del Estado de México

Aguamiel yield of pulquero agave (*Agave salmiana* y *Agave mapisaga*) in the Northeast of México State

Sonia Teresa Cruz-Vasconcelos^{1*}, Carlos Ramírez-Herrera¹, Valentín José Reyes-Hernández¹, Armando Gomez-Guerrero¹, Nicacio Cruz-Huerta²

1 Posgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

2 Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad- Fisiología Vegetal, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

* Autor para correspondencia: cruz.sonia@colpos.mx

En México se aprovechan diversas especies de maguey; los magueyes pulqueros (*Agave salmiana* y *Agave mapisaga*) son especies de importancia económica, gastronómica y cultural para los pobladores rurales de México. El objetivo fue determinar el rendimiento de aguamiel en diferentes variedades de maguey pulquero. Se aplicaron entrevistas a 41 tlachiqueros mediante muestreo aleatorio simple en siete municipios del Noreste del Estado de México. Se incluyeron en el estudio dos variedades (carrizo y cenizo) de *A. mapisaga* y siete variedades (manso, ayoteco, xaminí, xilomé, cimarrón, púa larga y negro) de *A. salmiana*. La información recabada fue rendimiento, tiempo de producción de aguamiel, tiempo requerido para llegar a la madurez fisiológica, susceptibilidad a plagas y enfermedades. Los datos se analizaron con el programa "Statistical Package for Social Sciences (SPSS versión 25.0)". Las variedades, carrizo,

cenizo, manso, cimarrón, ayoteco y púa larga producen de 3 a 6 L de aguamiel por día durante 3 a 4 meses. Todos los tlachiqueros mencionaron que el rendimiento de aguamiel está relacionado con el tamaño de la planta (altura y diámetro) y el número de pencas. Las variedades carrizo y xilomé tienen la mayor longevidad y alcanzan la madurez entre los 14 y 20 años de edad, mientras que las variedades, cenizo, manso, ayoteco, xaminí, cimarrón, púa larga y negro, alcanzan la madurez entre los 11 y 13 años. Las principales plagas que atacan al maguey son: el Picudo o pinacate (*Scyphophorus acupunctatus* - 46 % -), enseguida (22 %) el chinicuil (*Comadia redtenbacheri*) y el gusano blanco (*Aegiale hesperiaris*). Se concluye que la producción de aguamiel está determinada por el tamaño de las plantas, porque pueden almacenar y disponer de volúmenes mayores de agua para la producción de aguamiel.

Crecimiento de maguey pulquero en un ensayo en San Bartolomé Temascalapa, Estado de México

Growth of pulquero agave in trial in San Bartolomé Temascalapa, México State

Sonia Teresa Cruz-Vasconcelos^{1*}, Carlos Ramírez-Herrera¹, Valentín José Reyes-Hernández¹, Armando Gomez-Guerrero¹, Nicacio Cruz-Huerta²

¹ Posgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

² Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad- Fisiología Vegetal, Campus Montecillo Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

* Autor para correspondencia: cruz.sonia@colpos.mx

El maguey pulquero crece en diferentes ecosistemas por lo que es necesario estudiar la influencia del ambiente sobre el fenotipo de esta especie. Por lo que el objetivo fue evaluar el crecimiento de *Agave salmiana* subsp. *crassispina*, *Agave salmiana* var. *salmiana* y *Agave salmiana* var. *ferox* en tres ambientes diferentes. Las plantas se produjeron por semillas y se plantaron en San Bartolomé Temascalapa, Estado de México en agosto de 2016. Estas se establecieron en un diseño al azar a un espaciamiento de 3 m entre plantas y 4 m entre hileras (densidad de plantación 750 plantas ha⁻¹) en tres ambientes diferentes. En marzo de 2021, se midió la altura de planta, diámetro de planta y número de pencas. Se encontraron diferencias ($P < 0.01$) entre sitios para todas las variables evaluadas; también hubo diferencias en

altura ($P \leq 0.05$) entre la subespecie y las dos las variedades. La altura de *Agave salmiana* subsp. *crassispina* varió entre 45.1 y 64.4 cm, el diámetro osciló entre 49.2 a 67.6 cm y el número de pencas de 7 a 8 en los sitios 3 y 1 respectivamente. Para *Agave salmiana* var. *salmiana* la altura osciló entre 46.2 a 61.9 cm, el diámetro de 49.3 a 68.4 cm en los sitios 3 y 2 correspondientemente y el número de pencas de 7 a 9 en los sitios 2 y 1 en ese orden. Los valores para *Agave salmiana* var. *ferox* en altura fluctuaron entre 48.6 cm y 66.6 cm, el diámetro de 49.0 a 9.6 cm para los sitios 3 y 1 respectivamente y el número de pencas de 7 a 9 en los sitios 2 y 1 correspondientemente. En el sitio 3, no hubo diferencias estadísticas en las variables estudiadas, lo que sugiere que el ambiente es clave en el crecimiento de esta especie.

Clonación por injerto de enchapado lateral y fisura terminal de *Pinus cooperi* C.E. Blanco

Top cleft and side veneer graft cloning of *Pinus cooperi* C.E. Blanco

Edson Parra-Aguirre¹, Alberto Pérez-Luna^{2*}, José Ciro Hernández-Díaz³, José Ángel Prieto-Ruiz¹, Christian Wehenkel³

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

² Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

³ Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: aperez@ujed.mx

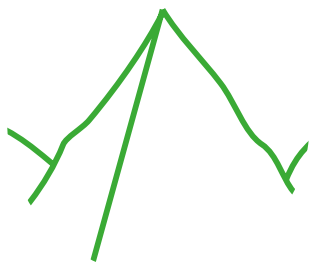
Un injerto consiste en unir una púa y un patrón de origen distinto, que se fusionan para crear una nueva planta. A través de injertos se pueden establecer huertos semilleros asexuales para producir semilla mejorada genéticamente. El objetivo de este estudio fue evaluar la supervivencia de injertos de *Pinus cooperi* C.E. Blanco bajo el efecto de tres factores evaluados, que fueron: 1) Tres categorías de edad de los árboles donantes de púas ("joven fustal" entre 20 y 39 años de edad, "medio fustal" entre 40 y 60 años de edad y "viejo fustal" mayores a 80 años de edad); 2) Dos técnicas de injertado ("fisura terminal" y "enchapado lateral") y 3) Dos estadíos fenológicos de las yemas de las púas ("final de la latencia" e "inicio de la brotación"). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey; después, se ajustó un modelo de riesgos proporcionales de

Cox para analizar el riesgo de muerte de los injertos por efecto de los tratamientos evaluados. Se encontró que la edad de los árboles donantes, la técnica de injertado y la interacción de estas dos variables fueron estadísticamente significativas para la supervivencia de los injertos ($p < 0.05$). La mejor supervivencia (100 %) a los seis meses de injertado, se logró con la técnica de enchapado lateral con púas de árboles joven fustal y yemas en los dos estadíos fenológicos. El menor riesgo de muerte de injertos se obtuvo con púas de árboles joven fustal con yemas en el final de la latencia, mientras que los injertos con púas de árboles viejo fustal con yemas al inicio de la brotación tuvieron el mayor riesgo de muerte. Se concluye que es factible clonar árboles joven fustal de *P. cooperi* mediante injertos de enchapado lateral, para establecer huertos semilleros asexuales.



CAPÍTULO X

Salud Forestal



En la mesa de Salud Forestal se presentaron diecisiete ponencias con diferentes temáticas que muestran la condición de salud de los bosques templados, tropical, matorral, así como de sus productos maderables y no maderables.

Entre la diversidad de trabajos, cabe destacar la aplicación de tecnologías y herramientas de sistemas de información geográfica para la detección de brotes activos por *Dendroctonus mexicanus* y *Dendroctonus frontalis* a nivel nacional, y el impacto del fuego sobre la mortalidad por descortezadores en especies del género *Pinus*. También, se trata de registros sobre *Rhyacionia* (Lepidoptera: Tortricidae) en México, así como el impacto de contaminantes procedentes de las zonas industrializadas de las principales zonas metropolitanas de México. Además, se presentan algunas alternativas para la aplicación de productos o fertilizantes biológicos, inorgánicos y químicos para daños causados por *Hypsipyla grandella* en *Swietenia macrophylla*, orgánicos y químicos para el control de organismos que afectan el arbolado como son *Erysiphe* sp en *Cordia boissieri*, *Fusarium oxysporum* para *Pinus devoniana*, *Kretzschmaria zonata* en *Tectona grandis* y tratamientos químicos para semillas almacenadas de *Pinus* spp, fenología en conos de *Pseudotsuga menziesii* y sus daños e incidencia de *Apolychrosis ferruginustabla*.

La aplicación de riego y fertilización para reducir incidencias de daños en el arbolado mediante sistema de inyección de baja presión. Cabe resaltar el trabajo sobre la aplicación de tratamientos silvícolas mediante la propagación de injertos en *Quercus affinis* para la tolerancia al ataque de *Andricus quercuslaurinus*.

Agua residual con biomasa lignocelulósica como fuente potencial de compuestos para el control de plagas

Wastewater with lignocellulosic biomass as a potential source of compounds for pest control

Ana María Bailón-Salas¹, Luis Alberto Ordaz-Díaz², Pedro Antonio Domínguez-Calleros^{1*}

1 Facultad de Ciencias Forestales, Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Río Papaloapan, Valle del Sur, C.P. 34120 Durango, Durango, México.

2 Ingeniería en Tecnología Ambiental, Universidad Politécnica de Durango, Carr. Dgo-Mex Km 9.5, Col. Dolores Hidalgo, 34300, Durango, Dgo., México.

* Autor para correspondencia: pdomingo@hotmail.com

Las plagas tienen un impacto negativo en la economía y el medio ambiente. Existe una mayor urgencia por un control adecuado de plagas porque muchas de éstas muestran una alta adaptación, y el cambio climático ha creado circunstancias favorables para su proliferación. Para el control de plagas, se utilizan productos químicos sintéticos que son letales para organismos no objetivo y son tóxicos para los polinizadores e invertebrados acuáticos. Se ha demostrado que los compuestos químicos de las plantas y los derivados de los materiales lignocelulósicos actúan contra las plagas. Donde los compuestos fenólicos son los principales responsables de su control. El agua residual con biomasa lignocelulósica es una fuente potencial de nuevos compuestos con efectos bactericidas, fungicidas y pesticidas que han demostrado actividad inhibitoria contra patógenos vegetales. Existen alternativas que aún no se han investigado, como es

el uso de residuos agroindustriales. En el proceso de destilación del mezcal se generan residuos líquidos contaminantes llamados vinazas que pueden utilizarse para el control de plagas. En este proyecto se estudió el efecto de la vinaza mezcalera sometida a diferentes tratamientos: vinaza cruda, vinaza digestada anaeróbicamente, vinaza ajustada a pH=7 y vinaza seca. Para evaluar su incidencia sobre el hongo *Fusarium sp.*, un hongo patógeno causante de la marchitez de plántulas de *Pinus spp.* Se determinó el contenido de fenoles totales, melanoidinas y además de la caracterización fisicoquímica en la vinaza de mezcal. La vinaza de mezcal cruda estuvo libre de metales pesados, presentó un pH bajo como es característico de este tipo de residuo y una alta concentración de materia orgánica. En la evaluación de la capacidad de inhibición utilizando los diferentes tratamientos de vinaza sobre *Fusarium sp.*, la vinaza cruda mostró un mayor porcentaje de inhibición (38 %).

La inyección de nutrimentos deficientes al xilema reduce la incidencia de plaga en *Pseudotsuga menziesii*

Injection of deficient nutrients to xylem reduces incidence of *Pseudotsuga menziesii* pest

Reynol Fierros Mateo¹, Miguel Ángel López López^{1*}, Víctor Manuel Cetina Alcalá¹, Carlos Ramírez Herrera¹, Armando Equihua Martínez¹, Valentín José Reyes Hernández¹, Gerónimo Quiñónez Barraza²

1 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera Federal México – Texcoco, Texcoco, Edo. de México. CP 56230

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – Mezquital km 4.5. C.P. 34170. Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: lolomikean@gmail.com

Apolychrosis ferruginus (Pogue) provoca severos daños en conos de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en bosques naturales del centro de México. La plaga ocasiona escasez de semilla y baja regeneración de la especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar la posibilidad de disminuir la incidencia de *Apolychrosis ferruginus* en conos de *Pseudotsuga menziesii* mediante la inyección de nutrimentos deficientes al xilema. Se hicieron análisis de suelo y foliares para detectar el tipo de deficiencias nutrimentales en los árboles. Se seleccionaron 16 individuos con dimensiones similares en todo el rodal de forma aleatoria, entre ellos se distribuyeron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno; la unidad experimental fue el árbol. Los tratamientos probados fueron: tratamiento testigo sin fertilización (C), tratamiento corrector

de deficiencias (TCD), tratamiento promotor de desbalances nutrimentales (TPD) y tratamiento con insecticida sistémico (TMCF). Se evaluó el número de pupas por cono y sus dimensiones, y se estimó el incremento en diámetro de los árboles durante el período de mayo a septiembre de 2020. Según la normalidad de las variables, se hicieron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y pruebas de Tukey para las dimensiones de los conos. El TMCF generó menor crecimiento que el TCD y fue el tratamiento más efectivo para reducir la incidencia de la plaga, seguido por el TCD. El TPD fue estadísticamente igual que el C en cuanto a la incidencia. La aplicación de nutrimentos deficientes vía inyección al xilema es un método eficaz para mitigar la incidencia de *Apolychrosis ferruginus* en conos de *Pseudotsuga menziesii*.

Aplicación de nutrimentos deficientes como método de control contra *Apolychrosis ferruginus* en un rodal de *Pseudotsuga menziesii*

Application of deficient nutrients as a control method against *Apolychrosis ferruginus* in a *Pseudotsuga menziesii* stand

Reynol Fierros Mateo¹, Miguel Ángel López López^{1*}, Víctor Manuel Cetina Alcalá¹, Carlos Ramírez Herrera¹, Armando Equihua Martínez¹, Valentín José Reyes Hernández¹, Gerónimo Quiñónez Barraza²

1 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera Federal México – Texcoco, Texcoco, Edo. de México. CP 56230

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – Mezquital km 4.5. C.P. 34170. Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: lolomikean@gmail.com

En el centro de México los rodales naturales de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco presentan graves problemas por plagas que ocasionan daño a los conos y provocan una escasa o nula regeneración. El objetivo del presente trabajo fue determinar la posibilidad de disminuir la incidencia de *Apolychrosis ferruginus* (Pogue) en conos de *Pseudotsuga menziesii* mediante la aplicación de nutrimentos deficientes. Se establecieron siete tratamientos con diez repeticiones en un total de 70 árboles seleccionados al azar en todo el rodal. Se aplicaron tres tratamientos correctores de deficiencias y tres tratamientos generadores de desbalances nutrimentales, así como un testigo. En los 70 árboles se evaluó el incremento de diámetro ocurrido entre septiembre de 2018 y abril del

2020. En cuatro árboles seleccionados aleatoriamente en cada tratamiento, se evaluó el número de pupas por cono y las dimensiones de los conos. El tratamiento corrector de deficiencias nutrimentales tres, generó mayor crecimiento que los tratamientos promotores de desbalances, incluido el testigo, y además el tratamiento corrector de deficiencias tres fue el más efectivo para reducir la incidencia de la plaga, seguido por el tratamiento corrector de deficiencias nutrimentales dos. El tratamiento promotor de desbalances nutrimentales tres fue el peor tratamiento, ya que promovió la mayor incidencia de la plaga en los conos. La aplicación de nutrimentos deficientes resulta un método efectivo para mitigar la incidencia de *A. ferruginus* en conos de *Pseudotsuga menziesii*.

Mapeo de riesgo de brotes de descortezadores en bosques: análisis mediante AHP

Risk mapping of bark beetles outbreaks in forests: analysis using AHP

Sigifredo Martínez Rincón¹, José René Valdez Lazalde^{1*}, Héctor Manuel de los Santos Posadas¹, Guillermo Sánchez Martínez²

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte-Centro, Campo Experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

* Autor para correspondencia: valdez@colpos.mx

Los insectos descortezadores son el segundo agente de disturbio natural que más daño ocasionan en los bosques mexicanos de clima templado. En los últimos años los bosques de coníferas de la parte central de México se han visto fuertemente afectados por ataques de estos insectos. El propósito de esta investigación fue mapear el riesgo actual y futuro de la ocurrencia de infestaciones por *Dendroctonus mexicanus* y *D. frontalis* en los bosques de Michoacán, México. Inicialmente se identificaron los requerimientos ecológicos de los insectos descortezadores de interés mediante revisión de literatura y a través de entrevistas a siete expertos mexicanos en plagas forestales. Posteriormente se implementó un análisis multicriterio espacial, en el marco de un sistema de información geográfica (SIG) para dar cumplimiento al objetivo propuesto. Se conjuntaron técnicas de evaluación multicriterio, incluyendo el proceso de

análisis jerárquico (AHP) y funciones de membresía borrosa, con variables climáticas y biofísicas para obtener mapas del riesgo de infestación de bosques por *D. mexicanus* y *D. frontalis* bajo dos escenarios climáticos, el actual y uno futuro. Los resultados obtenidos indican que los bosques más susceptibles al ataque de estos insectos para el escenario actual y futuro se encuentran sobre la Faja Volcánica Transversal. En términos de superficie, el riesgo alto de infestación por *D. mexicanus* incrementó de 3.9 % (escenario actual) a 5.0 % en el futuro; para *D. frontalis* disminuyó de 10.8 % a 9.6 %. El valor de riesgo muy alto permaneció constante para ambas especies y escenarios. Se espera que los mapas de riesgo elaborados en este trabajo, pero sobre todo la metodología definida, auxilien en las actividades encaminadas a mitigar los ataques de insectos descortezadores.

Fenología de los conos femeninos de *Pseudotsuga menziesii* en relación con la incidencia de *Apolychrosis ferruginus* en La Caldera, Puebla

Phenology of *Pseudotsuga menziesii* seed cones, as related to incidence of *Apolychrosis ferruginus* at La Caldera, Puebla

Miguel Ángel López López^{1*}, Reynol Fierros Mateo¹, Víctor Manuel Cetina Alcalá¹, Carlos Ramírez Herrera¹, Armando Equihua Martínez¹, Valentín José Reyes Hernández¹, Gerónimo Quiñónez Barraza²

1 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México – Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. CP 56230

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango – Mezquital km 4.5. C.P. 34170. Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: lolomikean@gmail.com

Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco es una especie bajo protección especial en México, desde 1994, según la NOM-059-SEMRNAT-2010. Los rodales de esta especie en el centro de México están fragmentados y amenazados por diversas plagas, entre ellas, *Apolychrosis ferruginus* (Pogue); una plaga que ataca los conos y semillas. La definición de la técnica adecuada de control de plagas precisa del conocimiento de la fenología del huésped y del hospedero. La presente investigación planeó estudiar la fenología de los conos femeninos de *P. menziesii* y determinar el estadio de su desarrollo en que ocurre la penetración de *A. ferruginus* al cono. Se seleccionó cinco árboles adultos, representativos de la población de *P. menziesii* en un rodal ubicado en La Caldera, Ixtacamaxtitlán, Pue. En cada árbol, mensualmente se tomó muestras de conos a lo largo de un año en las exposiciones norte y sur de las copas de los árboles. Además de describir

los aspectos morfológicos relativos al desarrollo de los conos, se midió las dimensiones de éstos para describir su desarrollo fenológico y se cuantificó el número de larvas/pupas por cono. La diferenciación de las yemas terminales ocurrió en el mes de enero; temporada en que se observó presencia de flores femeninas incipientes. Con el inicio de la elongación de los conos femeninos en marzo, ocurre la penetración de la larva. El desarrollo de los conos continúa hasta su maduración en octubre; temporada en que ocurre el cambio de larva a pupa en el interior de las galerías. En octubre y noviembre tiene lugar la maduración de los conos y la liberación de semilla. Las pupas pueden permanecer en los conos hasta el mes de marzo del siguiente año, cuando emergen los adultos, los cuales nuevamente ovipositan sobre los conos nuevos. Se identificó sólo una generación de *A. ferruginus* por año.

Palabras clave: pinabete, flor femenina, cono, semilla, huésped, hospedero.

Incidencia de *Hypsipyla grandella* Z. y crecimiento de *Swietenia macrophylla* K. en respuesta a la fertilización inorgánica

Incidence of *Hypsipyla grandella* Z. and growth of *Swietenia macrophylla* K. as an effect of inorganic fertilization

Deyanira Feria-García^{1*}, Miguel Ángel López-López¹, Víctor Manuel Cetina-Alcalá¹, Flor María Montero-Solis²

1 Colegio de postgraduados Campus Montecillo, km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, C. P. 56230

2 Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

* Autor para correspondencia: deyafg93@gmail.com

Diversos factores determinan el éxito de caoba como monocultivo. Entre los principales limitantes, está el barrenador de las meliáceas, plaga que daña estructuras de los árboles, y perjudica la formación del fuste comercial. El suministro de nutrimentos induce cambios en el patrón de crecimiento, morfología, anatomía y composición química de las plantas. Varias investigaciones han demostrado que estas características pueden aumentar o disminuir la resistencia a patógenos y plagas. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tratamientos de fertilización inorgánica sobre el crecimiento de caoba e incidencia de *Hypsipyla grandella* en una plantación en Tenampulco, Puebla. Para este fin se instalaron cinco tratamientos después de la interpretación de un análisis foliar: testigo, corrector de deficiencias (12g K_2SO_4 , 5g $MgSO_4$, 0.5g Sagaquel Mn, 45g Sagaquel Ca, 0.5g H_3PO_4 , 0.5g $CuSO_4$ y 1g UREA/planta), promotor de desbalance nutrimental (10g UREA,

0.1g Nutriboro, 0.1g Sagaquel Zn y 0.5g Sagaquel Fe), aplicación de insecticida (Carbofuran 3.5ml/ha) y 30g K_2SO_4 /planta. Las variables evaluadas fueron diámetro basal (mm), altura (cm), número total de brotes, brotes atacados, ataques en hojas y ataques totales por árbol. El ANOVA y la prueba de Tukey demuestran que hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El tratamiento promotor de desbalance, es el más efectivo para crecimiento en diámetro y altura, a pesar de ser el más susceptible al ataque de la plaga por lo que se considera que la recuperación de los daños causados por el barrenador es más rápida cuando se tiene consumo de lujo. El K_2SO_4 provocó disminución en los ataques pero indujo a un menor crecimiento en diámetro basal y altura. El tratamiento tres no afecta la incidencia del barrenador pero tiende a aumentar el crecimiento en diámetro y altura; el K_2SO_4 disminuye el ataque del barrenador pero no aumenta el crecimiento de la planta.

Efecto del riego y la fertilización en la prevención y ataque de *Fusarium oxysporum* en vivero.

Effect of irrigation and fertilization in the prevention and attack of *Fusarium oxysporum* in the nursery

Vicente García Flores¹, Arnulfo Aldrete^{1*}, Javier López Upton¹, Manuel Aguilera Rodríguez¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado en Ciencias Forestales, Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: aaldrete@colpos.mx

En México, el género *Fusarium* es el principal agente que propicia la enfermedad de la secadera de plantas en etapa de vivero. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del riego y la fertilización en el desarrollo de la enfermedad causada por *Fusarium oxysporum* en *Pinus devoniana* Lindl. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial (2 X 3 X 2). Se utilizaron dos niveles de fertilización (F1 con 3.5 g/L, F2 con 7 g/L de sustrato), tres niveles de riego R1 (diariamente), R2 (80 %) y R3 (70 %) en relación con el peso de charolas a saturación y el tercer factor fue; sin y con inoculación de *Fusarium oxysporum* (Fo1, Fo2), para un total de 12 tratamientos con cuatro repeticiones. Cada repetición fue una mesa portatubetes de 25 cavidades, para evaluar incidencia se contabilizó el número de plantas con síntomas o

muertas. El ANOVA demostró que no existe evidencia de interacción entre los tres factores y únicamente se presenta significancia entre el riego y el fertilizante (p-value de 0.0270), de manera gráfica se puede observar que el mayor número de plantas enfermas se presentaron en el régimen de riego diario (tradicional) en interacción con la dosis baja de fertilización. Se concluye que *Fusarium oxysporum* resultó una cepa patogénica en *P. devoniana* y el esquema de aplicación de riego, tiene alta relación con la presencia de *Fusarium oxysporum* en esta especie al ocasionar un porcentaje mayor de incidencia en presencia del patógeno con los riegos diarios (tradicionales) y las plantas con riego al 80 % fueron las que presentaron menor número de individuos enfermos.

Productos biológicos, inorgánicos, orgánicos y químicos como herramienta para el manejo de *kretzschmaria zonata*, causante de la pudrición de cuello y raíz en teca (*Tectona grandis*)

Biological, inorganic, organic and chemical products as a tool for the management of *kretzschmaria zonata*, causing neck and root rot in teak (*Tectona grandis*)

Ángel Nexticapan-Garcéz¹, Andrés Quijano-Ramayo¹, Daisy Pérez-Brito¹, José Cibrián-Tovar², Sandy Guardia-Chalé^{1*}

¹ Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Grupo Consultor Forestal Milenio

²

* Autor para correspondencia: sandy_guardia@hotmail.com

La Teca (*Tectona grandis* Linn. F.) es una especie forestal exótica importante para las plantaciones forestales comerciales en México, se ha reportado que plantaciones de esta especie se encuentran afectadas por *Kretzschmaria zonata*, ocasionando la pudrición de cuello y raíz en la planta. La infección inicial es en las raíces de teca observándose una línea en color azul oscuro a negro y el secamiento de las raíces. Los síntomas visibles se observan cuando la infección ya es avanzada, formando el agrietamiento en la base del tallo, la formación estromática y aparición del tejido hiperplástico (faldon) en el cuello de los árboles. A los árboles que se encuentran en campo se les da un manejo cultural establecido, sin embargo esta práctica no siempre es exitosa y la enfermedad se sigue propagando. Con el objetivo de buscar una solución para el manejo de esta enfermedad se

realizaron varios ensayos de efectividad biológica *in vitro*, evaluando la efectividad de los productos comerciales contra la cepa pura de *Kretzschmaria zonata*. Se evaluaron bajo condiciones *in vitro* productos Biológicos, Orgánicos, Inorgánicos y Químicos. Los resultados obtenidos indican que los productos químicos (Thiabendazole, Eminence 45 EC, Prochloraz y Tiofanato de Metilo) inhibieron el crecimiento de *K. zonata* al 100 %, los productos biológicos Soilgard inhibió un 90 %, Serenade 85 % y Best Ultra F 55 %, mientras productos orgánicos como Stemicol inhibió al 100 %, Fullkover 80 % y Fytosave 50 %, en los productos inorgánicos, Omex presentó una inhibición del 40 % y Ácido Salicílico un 43 %. Los resultados obtenidos son de gran relevancia y pueden ser utilizados para implementar estrategias de manejo de la enfermedad.

Plagas de mayor importancia en algunos recursos forestales no maderables en el sur de Coahuila, México

Pests of greater importance in some non-timber forest resources in southern Coahuila, Mexico

Jorge David Flores Flores¹, Sergio Braham Sabag¹, José Armando Nájera Castro¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

El estado de Coahuila es muy rico en recursos forestales no maderables como la candelilla, orégano, nopal, lechuguilla, mezquite y pino piñonero de donde se aprovechan productos como fibras, ceras, gomas, frutos, semillas, esencias, leña y sustancias medicinales, productos que son de suma importancia para la economía de miles de familias que viven en comunidades rurales. Lamentablemente estos recursos sufren del mal manejo y clandestinaje, además del impacto nocivo de factores bióticos y abióticos. (Tapia y Reyes 2008). En el presente trabajo se describen las principales plagas detectadas a través de diagnósticos fitosanitarios que se realizaron en diferentes lugares, fechas y diferentes metodologías. Para Lechuguilla, *Agave lechuguilla*, destacan el picudo *Peltophorus polimitus* dañando el 60 % de los cogollos muestreados; el gusano barrenador *Megatimus yuccae* que afecta el 15 % de los cogollos observados; además se registra al picudo *Scypophorus acumpuctatus* atacando la raíz de la planta. En Nopal *Opuntia*

ficus indica sobresale el daño de *Lanifera ciclades*, que barrena el eje central de la planta hasta derribarla; También es muy importante el picudo de las espinas *Cylindrocopturus birraddiatus* que transmite el hongo que causa la pudrición de la penca; *Cactophagus spinolae* gusano barrenador de pencas. En Mezquite *Prosopis glandulosa*, destaca el anillador *Oncideres cingulata* que mata hasta el 50 % de ramas terminales de 1 a 2.5 cm de grueso. *Dinoderus sp* causa la muerte de ramillas terminales menores a 1 cm de grueso. El muérdago *Phoradendron tomentosum* planta parásita que mata ramas y hasta el árbol completo. En Pino piñonero *Pinus cembroides*, destaca *Retinia arizonensis* que afecta la yema apical de crecimiento en el 40 % de las plantas jóvenes. *Conophthorus cembroides* afecta el 50 % de la producción de conos y semillas y en los últimos años destaca *Tillandsia recurvata* planta epífita que se le asocia con la alta mortalidad de *P. cembroides* y una gran diversidad de plantas que usa de hospedero.

Palabras clave: plagas, recursos forestales no maderables, *Agave lechuguilla*, *Opuntia ficus indica*, *Prosopis glandulosa*, *Pinus cembroides*.

Efecto de tres fungicidas sobre la calidad de semilla de *Pinus greggii* y *Pinus montezumae*

Effect of three fungicides on seed quality of *Pinus greggii* and *Pinus montezumae*

Adriana Antonio-Bautista¹, Mario Ernesto Vázquez-Badillo¹, Arturo Mancera-Rico¹, Sujey Vázquez-López¹, José Luis Arispe-Vázquez^{2*}, Juan Mayo-Hernández³

1 Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Antonio Narro #1923, C.P. 25315, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

2 Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Antonio Narro #1923, C.P. 25315, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

3 Universidad Tecnológica de Tehuacán, Prolongación de la 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, 75859 Tehuacán, Puebla, México.

* Autor para correspondencia: arispe_uaaan@hotmail.com

El almacenamiento de semillas es importante para su conservación. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres fungicidas sobre la calidad fisiológica (FS) y sanitaria en semillas de *Pinus greggii* (PG) y *P. montezumae* (PM) almacenadas bajo dos humedades relativas (HR) por 180 días. Se utilizó captan y manzate a 0.75, 1.0 y 1.25 g i.a./ kg, y zio con 0.8, 2.0 y 4.25 g i.a./ kg más un control, con HR de 60 y 80 % de 0 a 180 días. Las variables evaluadas para la CF fueron: primer conteo de germinación (1CG), humedad de la semilla (HS), plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas muertas (SM), semillas duras (SD), longitud media de hipocótilo (LMH) y radícula (LMR), peso seco (PS), para calidad sanitaria se evaluó: semillas libres de hongos (SLH) y géneros

de hongos (GH). Se realizó un análisis factorial en el software R y la comparación de medias con Tukey al 0.05. La CF de las semillas de cada especie fue afectada por el tiempo, la HR y el fungicida. La HS incremento en una media de 10.29 % para PG en PN alcanzó el 22.17 %, para PM la HS fue de 13.20 % y PN de 42.48 %; al 60 % de HR se presentó la mayor cantidad en 1CG, PN, PA, LMR, LMH y PS; al 80 % hubo mayor HS y SM; al transcurso del tiempo 1CG, PN, LMH, LMH y PS disminuyeron, observándose mayor afectación en PG. El control con la mayor cantidad en 1CG, PN, PA, LMR, LMH y PS, siendo menor en HS y SM, este comportamiento fue para ambas especies; en las dosis no hubo diferencias significativas; en SLH PG obtuvo 91.5 % y PM 87.89 %; en los GH la mayor incidencia fue por *Penicillium*.

Injertos en *Quercus affinis*: para multiplicar plantas tolerantes al ataque de *Andricus quercuslaurinus*

Grafts in *Quercus affinis*: to multiply plants tolerant to the attack of *Andricus quercuslaurinus*

Marcelina Arguello-Hernández^{1*}, Víctor David Cibrián-Llenderal¹, Angel Villegas-Monter², Javier Lopez-Upton¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Postgrado en Ciencias Forestales, Montecillo Texcoco, Estado de México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Postgrado en Fisiología, Montecillo Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: hernandezmarce47@gmail.com

Los bosques de *Quercus* son importantes en el ámbito ecológico y económico, por las funciones que realizan, la dispersión de encino generalmente es por semilla, obteniendo variabilidad genética en el hábitat natural, lo que permite seleccionar individuos tolerantes y susceptibles a agentes bióticos y abióticos. El objetivo de este trabajo fue propagar mediante injerto individuos de *Quercus affinis* tolerantes y susceptibles al ataque de *Andricus quercuslaurinus* conocida como avispa agalladora, plaga de importancia en la región de Acaxochitlán, Hgo. Se recolectaron varetas en árboles jóvenes y adultos de *Q. affinis* con características, semileñosas y leñosas de aproximadamente 10 cm de longitud y 2.5 mm de diámetro, con tres a cuatro yemas. Se propagaron cinco individuos tolerantes y cinco susceptibles. Las varetas se colectaron en: septiembre,

octubre y noviembre de 2020 y en marzo de 2021, se injertaron en patrones de la misma especie. Los porcentajes de prendimiento en las varetas semileñosas fue 60 % en septiembre, 55 % en octubre y 50 % en noviembre, en varetas de la copa, basales y copa respectivamente. En varetas leñosas colectadas de árboles adultos en marzo de 2021, el porcentaje de prendimiento fue 20 %. En general para árboles tolerantes fue 51 % y 68 % en susceptibles. Las varetas semileñosas tienen mayor prendimiento y brotación, mientras que las leñosas generan brotes más vigorosos. La morfología de los brotes y tamaño de las hojas, está en función del estado fenológico de las varetas y el crecimiento con la época que se injerta. Es factible propagar encino por injerto, permite conservar individuos en vivero con las características genotípicas que tienen en campo.

Impacto de la contaminación del aire y del arrastre de contaminantes desde zonas metropolitanas industrializadas hacia los bosques circundantes en México

Impact of air pollution and carry-over of pollutants from industrialized metropolitan areas to surrounding forests in Mexico

Darithsa Loya-González^{1*}, Israel Cantú Silva¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: darithssa@gmail.com

Los ecosistemas forestales generan múltiples beneficios ecológicos, entre los cuales destacan la regulación del clima, la generación de oxígeno, la captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes. Sin embargo, el aumento de la contaminación del aire ha sido promotora del decaimiento de grandes extensiones de bosques desde el siglo pasado. A pesar de las medidas restrictivas tomadas a nivel global, actualmente los bosques se encuentran severamente expuestos a sustancias como NO_3 , SO_4^{2-} , O_3 y metales tóxicos, principalmente. Aunado a esto, el cambio climático aumenta la sensibilidad de dichos ecosistemas para hacer frente a los efectos ocasionados por los contaminantes del aire. Por lo anterior, se analizó el daño potencial de las emisiones de contaminantes generados en tres metrópolis de México (Valle de México, Monterrey y Guadalajara) sobre los ecosistemas forestales circundantes. Se calcularon las trayectorias de las masas

de aire que arribaron a dichos bosques del 2016 al 2020, utilizando el Modelo Híbrido de Trayectoria Integrada Lagrangiana de Partícula Única (HYSPLIT). Se realizó un análisis estadístico de las concentraciones de NO_x , O_3 y SO_2 registradas en dichas metrópolis. Los resultados mostraron que las concentraciones de NO_x y O_3 en las tres metrópolis presentan valores más altos que el SO_2 . Además, la concentración de NO_x se encuentra por encima del valor crítico ($30 \mu\text{m}^3$ anuales) establecido en Europa para la protección de los ecosistemas forestales, rebasado para el área de Guadalajara y Valle de México en los años 2016 al 2020, y para los años 2017 y 2018 en el área de Monterrey. Finalmente, las trayectorias de los vientos muestran que los contaminantes del aire son arrastrados con mayor frecuencia desde el área de Guadalajara y Valle de México hacia los bosques circundantes, a diferencia de Monterrey, lo cual puede deberse a la orografía del lugar.

Abundancia de *Dendroctonus frontalis* y *D. mexicanus* (Coleoptera: Scolytinae) a lo largo de transectos altitudinales en México. Implicaciones por el cambio climático

Abundance of *Dendroctonus frontalis* and *D. mexicanus* (Coleoptera: Scolytinae) along altitudinal transects in México. Implications of climatic change

Cuauhtémoc Sáenz-Romero^{1*}, Víctor Hugo Cambrón-Sandoval², William Hammond^{3,4}, Jorge Méndez-González⁵, Hugo Luna-Soria², Jorge E. Macías-Sámano⁶, Mariela Gómez-Romero^{7,8}, Oscar Trejo-Ramírez⁹, Craig D. Allen¹⁰, Erika Gómez-Pineda¹¹, Ek del-Val¹²

1 Inst. de Inv. sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Morelia, Michoacán, México.

2 Fac. de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Querétaro, México.

3 Agronomy Department, University of Florida, Gainesville FL, USA.

4 Dep. of Plant Biology, Ecology, and Evolution, Oklahoma State University. Stillwater OK, USA.

5 Dep. Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Saltillo, Coahuila, México.

6 Forest Health and Semiochemicals Consulting, Coquitlam, British Columbia, Canada.

7 Facultad de Biología, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

8 Cátedras, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Morelia, Michoacán, México.

9 Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.

10 U.S. Geological Survey, Fort Collins Science Center, Los Alamos, NM, USA.

11 Inst. de Inv. Agropecuarias y Forestales, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.

12 Inst. de Inv. en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Morelia, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: csaenzromero@gmail.com

Las infestaciones de escarabajos descortezadores históricamente han sido un factor de formación de claros en bosques de pinos, creando un paisaje de mosaico de perturbaciones que facilitan la rotación demográfica de los rodales y el mantenimiento de la diversidad. Recientemente los impactos de los escarabajos descortezadores se han vuelto más intensos y recurrentes, aparentemente debido al cambio climático. Se monitoreó la abundancia de dos de las

especies de escarabajos descortezadores de pinos más importantes de México (*Dendroctonus frontalis* y *D. mexicanus*), colocando trampas Lindgren cebadas con feromonas en 147 sitios, a lo largo de 24 transectos altitudinales en 11 estados, desde el noroeste (Chihuahua), y noreste (Nuevo León) hasta el sureste (Chiapas) de México, de marzo de 2015 a abril de 2017. El análisis incluye conteos de escarabajos descortezadores por año por trampa, temperaturas registradas

in situ, estimaciones de precipitación y evapotranspiración, y análisis con modelos mixtos. Los resultados mostraron que la Temperatura Media Anual (MAT) óptimas son entre 17 °C y 20 °C para *D. frontalis* (a bajas altitudes del bosque de pino-encino) y para *D. mexicanus* parece haber dos intervalos de MAT óptimas: 11 °C a 13 °C y 15 °C a 18 °C. Un alto déficit de presión de vapor (≥ 1.0) se correlaciona con poblaciones de abundantes individuos de *D. frontalis* volando, lo que indica que el estrés por sequía atmosférica intensifica la vulnerabilidad de los árboles al ataque

de escarabajos. Las temperaturas medias anuales máximas entre 20 °C y 26 °C favorecieron las mayores poblaciones de *D. mexicanus*. Es probable que a medida que aumente la temperatura y disminuya la precipitación debido al cambio climático, las especies de *Dendroctonus* spp. continúen ocupando sus intervalos óptimos de temperatura, pero que ampliarán su distribución ocurrirán a mayores altitudes.

Prevalencia de la cenicilla (*Erysiphe* sp.) de la anacahuita (*Cordia boissieri*) en Linares, Nuevo León, México

Prevalence of the powdery mildew (*Erysiphe* sp.) of the anacahuita (*Cordia boissieri*) in Linares, Nuevo Leon, Mexico

Jose Guadalupe Marmolejo-Moncivais^{1*}, Josué Iván Flores Ortiz¹, Andrés Eduardo Estrada Castillón¹, José Isidro Uvalle Saucedá¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: jmarmole@gmail.com

Cordia boissieri (Boraginaceae) (anacahuita) es un árbol o arbusto representante común del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México. Debido a sus flores llamativas es a veces usado como árbol ornamental en parques y jardines en Nuevo León. Durante el otoño e invierno es común observar la presencia de una cenicilla en las hojas de anacahuita, por lo que el objetivo de este estudio fue estimar la prevalencia de esta cenicilla en árboles urbanos y árboles silvestres de anacahuita. Para la realización de este estudio se revisaron 247 árboles de anacahuita, 20 de ellos correspondieron a árboles silvestres presentes en la vegetación natural, que se usaron a manera de comparación y 227 correspondieron a árboles plantados en el área urbana. Todos los árboles fueron georreferenciados. Para la identificación se utilizó la monografía de Braun y Cook (2012). Para estimar el porcentaje de prevalencia se revisó cada árbol visualmente para detectar la presencia

o ausencia de la cenicilla (*Erysiphe* sp.). Toda la información se capturó y analizó mediante Microsoft Excel 2010. Se elaboró un mapa usando QGIS 2.8. Para probar la hipótesis planteada se realizó la prueba de Cochran-Mantel-Haenszel para lo cual se utilizó el programa estadístico PAST 3.

En los árboles silvestres el porcentaje de prevalencia fue de 25 % de árboles con cenicilla contra 75 % de árboles no afectados mientras que en el área urbana el porcentaje de prevalencia fue del 67.4 % de árboles con presencia de cenicilla contra un 32.59 % de árboles sin síntomas. La prueba de Cochran-Mantel-Haenszel mostró que los valores de prevalencia entre el área urbana y el área silvestre fueron significativamente diferentes con un valor de Chi-cuadrada de 12.505 y un valor P de 0.00040576. No se detectaron patrones de distribución de árboles afectados por la cenicilla.

Impacto del fuego e insectos descortezadores sobre la mortalidad de *Pinus oaxacana* Mirov

Impact of wildfire and bark beetle on the mortality of *Pinus oaxacana* Mirov

Citlalli Sanchez-Cruz¹, Wenceslao Santiago-García^{1*}, Carlos Noé Caballero-Bautista¹, Mario Ernesto Suárez-Mota¹, Faustino Ruiz-Aquino¹

¹ División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

Los bosques templados son importantes proveedores de servicios ecosistémicos y de bienes para aprovechamiento. Sin embargo, estos ecosistemas son susceptibles al impacto de los incendios, conduciendo al cambio en la cobertura vegetal, afectando a la diversidad biológica y ha ocasionado grandes pérdidas ambientales en los bosques, esto puede variar según la intensidad del fuego. Un árbol quemado es más susceptible a morir y a ser infestado por plagas, principalmente por insectos descortezadores. El objetivo del estudio fue evaluar a través de regresión logística, el impacto del fuego y la colonización de insectos descortezadores sobre la mortalidad de *Pinus oaxacana* Mirov, en los bosques de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Mediante un muestreo estratificado-sistemático se establecieron parcelas circulares con una superficie de 400

m² en dos sitios naturales con impacto de fuego, y un sitio de plantación de *Pinus oaxacana*, las variables evaluadas en los árboles fueron: diámetro normal (cm), altura (m), edad (años), altura del chamuscado del fuste (m), porcentaje de chamuscado de copa, circunferencia de la base del árbol (cm), porcentaje de afectación de la circunferencia de la base del árbol, diámetro de copa (m), longitud de copa (m), presencia o ausencia del insecto descortezador, número de grumos, y si el árbol se encontraba vivo o muerto. Las variables dasométricas y de impacto del fuego, permitieron explicar la probabilidad de mortalidad de *Pinus oaxacana* después de un incendio y la ocurrencia de colonización de descortezadores. Aun cuando la especie presenta un nivel de daño causado por fuego e insectos descortezadores, muestra una alta supervivencia.

El género de palomillas *Rhyacionia* (Lepidoptera: Tortricidae) en México

The moth genus *Rhyacionia* (Lepidoptera: Tortricidae) in Mexico

Castañón Alaniz Dulce Guadalupe¹, Álvarez Zagoya Rebeca^{1*}, Gerardo Pérez Santiago¹, Gerardo Antonio Hinojosa Ontiveros¹, Norma Almaraz Abarca¹

¹ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Calle Sigma Núm. 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Durango, México, C.P. 34220.

* Autor para correspondencia: dgcalaniz93@gmail.com

Las palomillas del género *Rhyacionia* pertenecen a la familia Tortricidae, que se encuentra conformada por 35 especies distribuidas a nivel mundial. La biología de las especies puede variar entre individuos, a pesar de ello, se reconocen que existen especies univoltinas y multivoltinas (presentan una generación por año (univoltina) o presentan más de una generación (multivoltina)). Las palomillas son especialmente crepusculares o nocturnas, rara vez se encuentran especies diurnas. Los hábitos alimenticios de las especies por lo general son similares, se alimentan de yemas y brotes, es por ello, que algunas se determinan como insectos plaga. Se reconocen al menos 15 especies del género *Pinus* que se identifican como hospederos, algunas de las especies son *Pinus durangensis*, *P. cooperi*, *P. oocarpa*, *P. radiata*, *P. cembroides*. En México se registran ocho especies del género, cinco de ellas fueron descritas y mencionadas en el trabajo de Powell y Miller (1978),

dos por Miller (1988). Autores como Miranda (1990) Álvarez et al. (2017); Álvarez et al. (2018) y Álvarez et al. (2019) mencionan en sus investigaciones a palomillas que pertenecen a la familia Tortricidae y al género *Rhyacionia*, sin embargo, no se determina la especie con la que trabajaron. A pesar de ello, el conocimiento aportado por estos autores ayuda a actualizar la información sobre los hábitos de los insectos barrenadores y tener una visión generalizada del grupo. Debido a lo anterior se concluye que los investigadores entomólogos tienen diferentes oportunidades de desarrollar trabajos con el grupo de las palomillas, tanto en la descripción de nuevas especies como en el estudio de la su historia de vida y todo lo que contribuye a este. El presente trabajo contribuye con una síntesis de la información del grupo *Rhyacionia* en México, además expone los trabajos más recientes que han sido reportados.

Aportaciones científicas en la protección forestal (incendios y plagas) para la modificación en el programa de manejo del área natural protegida Bosque La Primavera, Jal. México

Scientific contributions in forest protection (fires and pests) for modification in the management program of the protected natural area La Primavera Forest, Jal. Mexico

Antonio Rodríguez Rivas^{1*}, Sara Gabriela Díaz Ramos¹, Agustín Gallegos Rodríguez², Roberto Carlos Barragán⁴, Vanessa Suhey Lima Lara³, Beatriz Jacqueline Echeverría Arciniega³, Amelia Robles Venegas³, Carlos Iván Ramos Vega³, Héctor de Jesús Contreras Quiñones¹, Daniel Armando Herrera Bojórquez²

1 Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 Estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

4 Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Electrónica, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

* Autor para correspondencia: antonio.rivas@academicos.udg.mx

Dentro del programa de manejo bosque la primavera, en lo referente a las acciones y aplicación en la protección forestal, son es un reflejo urgente de modificar el programa, debido a contar con información actualizada no considerada en el programa de manejo y favorecería en la reducción de la frecuencia e intensidad de los incendios forestales y plagas. Por lo que la colaboración de la red Universitaria han generado información fundamental para reducir los impactos en la sociedad, como son las contingencias ambientales que afectan la salud humana, de éstos productos se cuenta

un sistema de riesgo preventivo por cada estación del año mediante herramientas satelitales, potencialidad energética de acículas y hojas, que lo conforman cuatro grupos, entre el principal son *Pinus*, *Quercus* spp, *Acacia pennatula*, que varían (23,614.83-33,980.74 kJ kg⁻¹), humedad del combustible (5.57-79.56 %); flamabilidad (0.29-2.34 seg.), se establece dosis óptima de fertilizante en rebrotes de *Quercus* post-incendio, por lo que ahora se debe ajustar este sistema dinámico e integrar nuevas variables energéticas y flamabilidad de corteza, madera, generación de

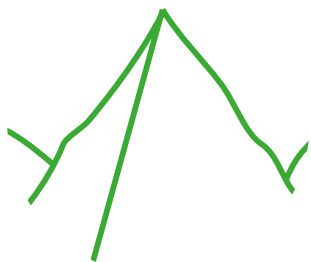
combustibles leñosos y ligeros (tiempo) por subcuencas, establecimiento de barreras corta fuego con especies de baja potencialidad energética y flamabilidad, uso de drones hiperespectrales para la colección de propiedades ópticas de la hoja o copas de los árboles para la prevención de incendios y plagas, Con lo referente a insectos descortezadores se tienen determinados 7 géneros, con 18 especies y otras en proceso de

determinación, así como la fluctuación de las especies reportadas, se cuenta con la distribución de vertical de vuelo de tres especies de *Ips*, variaciones de insectos en zona quemada y zona no quemada mediante establecimiento trampas con atrayentes y una red de monitoreo de insectos descortezadores mediante diferentes tipos de trampas y atrayentes. Con esta información generada es posible la prevención de brotes activos.



CAPÍTULO XI

Servicios Ambientales, Forestales y Cambio Climático



Los ecosistemas forestales son recursos naturales, donde conviven muchas formas de vida, estos sitios tienen un gran valor ecológico, económico y social ya que en la mayoría de ellos habitan comunidades indígenas y ejidos con un fuerte arraigo, amor y respeto por la naturaleza.

Actualmente la percepción de la sociedad ha cambiado, ya no solo se les ve como productores de madera, sino que consideran la importancia que tienen en la generación de servicios ambientales como son: secuestro de carbono, conservación de suelos, infiltración de agua para elevar los mantos freáticos y conservación de la biodiversidad.

El papel de los bosques en la regulación del ciclo del agua está ampliamente reconocido, sin embargo, aún existe poca información en torno a la influencia de los atributos funcionales de las especies leñosas, sobre los procesos hidrológicos, recurso que cada día cobra mayor relevancia, por el crecimiento de los centros urbanos.

En este contexto y dentro del Congreso Mexicano de Recursos Forestales, numerosos científicos se dedican a la evaluación de estos servicios en los ecosistemas forestales de nuestro país, al respecto se contó con 59 trabajos donde se abordan temas sobre los servicios ambientales y cambio climático, resaltando que este cambio climático se debe principalmente a una serie de alteraciones al planeta por los seres humanos, elevando la concentración de gases efecto invernadero (GEI), mayormente el bióxido de carbono (CO_2), sobre este tema se evaluó la dinámica del carbono en la biomasa aérea y en el suelo, el potencial comercial de este carbono, en bosques templados y la cantidad de carbono que se fija en estos ecosistemas; la importancia de los mercados para el pago de este servicio, tanto nacional como internacionales; la captura de aguas en bosques de niebla y matorral inerme espinoso, donde el recurso hídrico en estos sitios, tiene un fuerte impacto.

Se resalta también los estudios de biodiversidad, referidos a su composición florística y estructura, la dinámica en el desarrollo de anillos de especies de bosques de alta montaña y la influencia que tiene el cambio climático principalmente en especies como: *Picea chihuahuana* Martínez, *Abies concolor* (Gordon) Lindley ex Hildebr., *Abies durangensis* Martínez, *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham., *Abies guatemalensis* Rehder y *Pinus hartwegii* Lindl.

Dra. María Leonor Román Miranda

Plasticidad y adaptación local en la germinación de semillas de *Lupinus montanus* Kunth provenientes del Nevado de Toluca en respuesta a la temperatura

Plasticity and local adaptation in the germination of *Lupinus montanus* Kunth seeds from Nevado de Toluca in response to temperature

Diana Córdoba Rodríguez¹, J. Jesús Vargas Hernández^{1*}, Francisca Ofelia Plascencia Escalante¹, Javier López Upton¹, Marlín Pérez Suárez², Carlos Trejo López³

1 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

2 Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. El Cerrillo, Piedras Blancas. C. P. 50200. Toluca, Estado de México, México.

3 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Botánica. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

La plasticidad fenotípica y la adaptación local son los principales mecanismos adaptativos que poseen las plantas para establecerse y prosperar en ambientes heterogéneos. Sin embargo, hay pocos estudios que examinen las implicaciones ecológicas de la respuesta plástica y la adaptación local en la germinación de especies alpinas. En este trabajo, se evaluó el efecto de la temperatura (5, 9, 13 y 17 °C) en la dinámica de germinación, la respuesta de las poblaciones, el grado de adaptación local y de plasticidad fenotípica en los parámetros de germinación de ocho poblaciones de *Lupinus montanus* provenientes del APFF Nevado de Toluca ubicadas a lo largo de un gradiente altitudinal. El aumento de temperatura afectó en forma negativa la capacidad de germinación (de 99 a 93 %), pero aceleró la velocidad del proceso, reduciéndose en 50 % o más el tiempo de activación de la germinación y de germinación media y se aumentó la homogeneidad de la germinación con respecto a la temperatura

de 5 °C. La mayoría de los parámetros de germinación mostraron una relación cuadrática significativa con la elevación de origen de las poblaciones. Las poblaciones de elevaciones intermedias presentaron mayor capacidad germinativa, velocidad de germinación y homogeneidad de germinación que las poblaciones de los extremos del gradiente altitudinal. En las poblaciones del extremo inferior del gradiente altitudinal se detectó un efecto de adaptación local para algunos de los parámetros de germinación. También se encontraron diferencias en el grado de plasticidad fenotípica entre poblaciones, con una mayor plasticidad en las poblaciones de los dos extremos del gradiente que en las poblaciones intermedias. Los resultados indican que las poblaciones del lupino tienen capacidad para ajustar la dinámica de germinación de la semilla ante el aumento de temperatura en su ambiente natural asociado al cambio climático.

Palabras clave: cambio climático, gradiente, poblaciones.

Dinámica de carbono en la biomasa aérea arbórea en bosques de montaña del Centro Occidente de México

Tree aboveground carbon dynamics in mountain forests of the Central West of Mexico

Gloria Leticia Aguirre López¹, Shatya Devi Quintero Gradilla^{2*}, Enrique José Jardel Peláez², Angelina Martínez Yrizar³

1 Centro Universitario de la Costa Sur, Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales, Universidad de Guadalajara, México.

2 Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad de Guadalajara, México.

3 Instituto de Ecología, Unidad Hermosillo, Universidad Autónoma de México, México.

* Autor para correspondencia: shatya.quintero@academicos.udg.mx

El análisis temporal del carbono almacenado en la biomasa aérea arbórea es fundamental para la comprensión de los mecanismos que controlan el balance de carbono en los bosques y para la formulación de estrategias de manejo de éstos. El objetivo del estudio fue analizar el cambio en el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea arbórea en un bosque de pino (BP) y bosque mesófilo de montaña (BMM), utilizando una red de sitios permanentes de investigación (SPI) que fueron monitoreados por 27 años en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en Jalisco, México. Para cada comunidad se analizaron cinco SPI con una superficie de 0.1 ha para los períodos 1993, 2000, 2009 y 2019. Se determinó el incremento en el carbono almacenado en la biomasa y el cambio en densidad de tallos, área basal, biomasa,

mortalidad y reclutamiento. El BP mostró una disminución en tallos a través del tiempo, pero un incremento en carbono, iniciando en 1993 con 684 ± 52 tallos ha^{-1} y 147 ± 17 Mg C ha^{-1} y finalizando en 2019 con 334 ± 15 tallos ha^{-1} y 163 ± 18 Mg C ha^{-1} , respectivamente. El BMM incrementó tanto en densidad de tallos como en carbono almacenado con 466 ± 54 tallos ha^{-1} y 284 ± 22 Mg C ha^{-1} en 1993 y finalizando en 2019 con 774 ± 94 tallos ha^{-1} y 314 ± 36 Mg C ha^{-1} . El incremento anual de C fue de 4.60 Mg C $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ y 3.15 Mg C $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ para BP y BMM, respectivamente. Se concluye que el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea arbórea de los BP y BMM se encuentra fuertemente relacionada a los patrones de cambio que se generan a través del tiempo como resultado de la dinámica natural de los bosques.

Palabras clave: carbono, incremento en biomasa, mortalidad, reclutamiento, concentración de carbono, ecuación alométrica.

Potencial comercial del carbono secuestrado en un bosque de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. bajo manejo silvícola

Commercial potential of carbon sequestered by *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. forest through sustainable forest management

Noé Ronquillo-Gorgúa¹, Ramón Razo-Zárate^{2*}, Rodrigo Rodríguez-Laguna², Otilio Arturo Acevedo-Sandoval¹, Juan Hernández-Ortiz³

1 Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Kilómetro 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo, Mineral de la Reforma, Hidalgo 42090, México.

2 Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad km. 1, S/N, Ex-Hacienda Aquetzalpa, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, CP 43660, México.

3 División de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo

* Autor para correspondencia: ro394512; ramon_razo@uaeh.edu.mx

La captura de carbono que los bosques realizan mediante la fotosíntesis adquirió importancia como servicio ambiental al reconocerse como una medida de mitigación del cambio climático. Con la firma del acuerdo internacional denominado Protocolo de Kioto, se generó un mercado de compra-venta de reducción de emisiones. Por lo que se planteó como objetivo determinar el contenido de carbono aéreo de un bosque de *Pinus patula* incorporado al manejo silvícola del ejido Atopixco, Zacualtipán, Hidalgo, para proyectar un escenario de incorporación al mercado voluntario de carbono. Se identificaron las 5 etapas de desarrollo natural de un bosque y se tomaron datos dasométricos en árboles de 15 sitios circulares de 1,000 m². Para estimar la biomasa se multiplicaron las existencias reales (m³ r.t.a) por la densidad de la madera y posteriormente se aplicó el coeficiente de carbono que fue multiplicado por el mejor precio recientemente obtenido (2019) que fue

de \$9.51 USD. Los resultados obtenidos, revelan la relación directa que existe entre la etapa de desarrollo del bosque y el potencial de comercialización por carbono almacenado, realizando un análisis aritmético desde la etapa inicial (brinjal) hasta la etapa fustal (cosecha final), la diferencia entre ambos estadios corresponde a un promedio de 63.2 Mg C ha⁻¹, mismas que de haber sido comercializadas habrían generado hasta \$601.00 USD ha⁻¹. El manejo forestal incrementa la tasa de captura de carbono atmosférico desde la conformación del nuevo bosque hasta la cosecha final, en la que se extrae madera para elaborar productos forestales de larga duración que evitarán su regreso a la atmósfera. Con lo anterior, queda de manifiesto que el manejo silvícola oportunamente aplicado en las etapas de desarrollo, garantiza el servicio ambiental que proporciona el bosque; adicional a los beneficios obtenidos por la comercialización de productos maderables.

Captura de agua proveniente de niebla, en bosques *Pinus hartwegii* Lindl.

Water capture from fog in *Pinus hartwegii* Lindl. forest

Eulogio Flores Ayala¹, Tomás Pineda Ojeda¹, Enrique Buendía Rodríguez^{1*}, Vidal Guerra de la Cruz², Andrés Flores³.

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) - Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX). Carretera Los Reyes-Texcoco, Km 13.5. Coatlinchán, Texcoco Estado de México, México. CP. 56250.

2 INIFAP-Sitio Experimental Tlaxcala, Tlaxcala.

3 INIFAP-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF). Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: buendia.enrique@inifap.gob.mx.

En áreas forestales de clima templado frío es común encontrar información sobre la cantidad de lluvia que la vegetación de estas comunidades intercepta, definiéndose a la interceptación como la capacidad de la cobertura o dosel arbóreo para retener distintas cantidades (pudiendo ir desde 10 hasta 40 % de la precipitación total) de agua de lluvia, en sus componentes. Los valores de interceptación se basan en parcelas experimentales contrastando mediciones de la precipitación dentro vs fuera del bosque. Por la complejidad con que comúnmente se miden estos volúmenes resulta más difícil cuantificar la cantidad de agua capturada por la vegetación que proviene de la niebla. El objetivo fue determinar los volúmenes de agua que se captura en bosques de *Pinus hartwegii* bajo condiciones de niebla. El ensayo se estableció en la Cuenca del Río Texcoco, en una superficie de 1.0 ha a una altitud de 3,700 m snm. Para determinar la cantidad

de niebla interceptada, fue mediante la distribución de 75 pluviómetros colocados aleatoriamente bajo el dosel midiéndose diariamente durante 94 días (del 24 junio al 30 de septiembre del 2011). Se registraron 68 eventos de precipitación de los cuales 11 se consideraron como eventos de niebla. Para estimar que el volumen de agua de niebla capturados provenientes de niebla, se trabajó bajo la premisa: solo se utilizaron los valores de lluvia de las mediciones bajo dosel en aquellos eventos en que al menos un pluviómetro reporta valores de 0 mm, considerándose como precipitación capturada proveniente de niebla. Los resultados obtenidos indican que *Pinus hartwegii* captura entre 0.21 y 1.01 mm de agua proveniente de niebla por evento y un acumulado de 5.47 mm durante el periodo analizado. Se concluye que esta cantidad de agua de niebla debe de diferenciarse del agua de lluvia y considerarse un ingreso adicional de agua en estos ecosistemas.

Efecto del volumen de precipitación por evento en el proceso de intercepción de lluvia en un matorral inerme espinoso

Effect of precipitation volume per event on the rain interception process in a thorny scrubland

Eulogio Flores-Ayala¹, Tomás Pineda-Ojeda¹, Enrique Buendía-Rodríguez^{1*}, Vidal Guerra-de la Cruz², Andrés Flores³.

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) - Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX). Carretera Los Reyes-Texcoco, Km 13.5. Coatlinchán, Estado de México, México. CP. 56250.

2 INIFAP-Sitio Experimental Tlaxcala. Sta. Ana Chiautempan, Tlaxcala. 90800

3 INIFAP-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (COMEF). Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: buendia.enrique@inifap.gob.mx.

El proceso de intercepción de agua de lluvia por la vegetación arbórea es complejo y está influenciado principalmente por el tipo de hojas y ramas de los árboles dominantes, pero además se ve modificado por la cantidad de agua por evento de lluvia. En México, este tipo de estudios son escasos, por lo que se planteó como objetivo analizar el comportamiento de la intercepción de lluvia en eventos con diferentes volúmenes de precipitación en un matorral inerme espinoso. Se ubicó una parcela de 0.64 ha en Atotonilco El Grande, Hidalgo, y se distribuyeron 60 colectores de lluvia de lectura directa Tru-Chek en donde se evaluaron 44 eventos. Para clasificar los eventos por volumen de precipitación, se realizó un análisis de conglomerados (*cluster*) jerárquico, mediante la medida de distancia Bloque y el método de agrupación de Ward. Después se calculó el porcentaje de lluvia interceptada mediante

la diferencia entre la precipitación total y el promedio general del volumen del agua de lluvia. Con esta información se realizó un ANOVA de un factor (volumen de agua por evento) para determinar si existían diferencias significativas ($p < 0.05$) y se utilizó la prueba de Duncan para separar los grupos. Se determinó que el grupo alto tiene valores de volumen de lluvia promedio de 78.54 ± 18.72 mm, el grupo medio fue de 21.96 ± 9.23 mm, por último, el grupo bajo tuvo valores de 4.73 ± 2.76 mm por evento. Después de la agrupación se encontraron diferencias significativas en los promedios de agua interceptada; para el grupo alto fue de 7.01 ± 2.92 %; para la agrupación media fue de 9.67 ± 8.62 % y el grupo bajo de 19.51 ± 11.69 %. Se concluye que la cantidad de agua interceptada por el dosel del matorral espinoso varía con los diferentes volúmenes de precipitación.

Estimación de mantillo en diferentes zonas de uso del Área Natural Bosque La Primavera, Jalisco, México

Litter estimation in use zones of Protected Natural Area Bosque La Primavera, Jalisco, México

Alejandro Donato-Llamas^{2*}, Consuelo Figueroa-Navarro¹, Agustín Gallegos – Rodríguez²
Eduardo Salcedo-Pérez¹, Efrén Hernández-Alvarez², Gregorio Ángeles- Pérez³

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 Colegio de Postgraduados, Programa Forestal, Campus Montecillo, Estado de México, México

* Autor para correspondencia: geassac@gmail.com

El mantillo de los bosques provee protección al suelo, regula los aportes de nutrientes al suelo, hábitat de organismos, brinda protección contra la erosión además de que influye en el comportamiento de los incendios forestales que frecuentemente afectan al Área de Protección de Flora y Fauna Bosque La Primavera (BLP); sin embargo, a pesar de esto se puede mencionar que existen pocos estudios sobre este componente en el BLP, por lo que se planteó el objetivo para este trabajo de cuantificar el mantillo presente en el BLP, según la zonificación del BLP así como correlacionar la información del mantillo con recomendaciones para el manejo del fuego. Se seleccionaron 63 sitios del BLP, 41 del Inventario Forestal y de Suelos y 22 sitios de un inventario para medir el impacto de incendios en la regeneración.

Se realizaron muestreos con un cuadro de 30 x 30 cm las muestras incluían la hojarasca superficial y materia orgánica, pesando la muestra en campo para obtener peso húmedo. Posteriormente se trasladaron al laboratorio, se secaron en una estufa a 75 °C por 72 horas hasta obtener peso seco. Los resultados arrojaron que la zonificación con la mayor cantidad de mantillo es la Zona de Protección (30.39 ton ha⁻¹), en contraste con la zona de recuperación que tiene la menor cantidad (14.99 ton ha⁻¹). El análisis de varianza reflejó que no se presentan diferencias significativas en la cantidad de hojarasca presente entre zonas. Se recomienda llevar a cabo acciones preventivas como quemas controladas para manejar la acumulación que hay en la zona de protección.

Reconstrucción de precipitación con anillos de crecimiento de pinos piñoneros

Precipitation reconstruction based on tree-rings of pinyon pines

Samuel Arroyo-Morales¹, Claudia C. Astudillo-Sánchez^{2*}, Óscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Javier Jiménez Pérez¹, Marco Aurelio González Tagle, José Villanueva-Díaz³, Leroy Soria-Díaz⁴, Aldo R. Martínez-Sifuentes³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. 2 Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. 3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (INIFAP-CENID-RASPA), Gómez Palacio, Durango, México. 4 Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

* Autor para correspondencia: ccastudillo@docentes.uat.edu.mx

Los pinos piñoneros tienen una sensibilidad alta a las condiciones de lluvia, las cuales determinan su crecimiento anual. Sin embargo, las investigaciones dendroclimáticas de estas especies de pinos son escasas en México. El objetivo de este estudio fue reconstruir la precipitación histórica de Miquihuana, Tamaulipas, México a través de anillos de crecimiento de *Pinus cembroides* y *P. nelsonii*. Para determinar el periodo estacional de lluvia al cual responde el crecimiento radial de los pinos se emplearon datos de precipitación pluvial de las estaciones climáticas más cercanas al área de estudio. Para analizar la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) sobre eventos hidroclimáticos extremos, el crecimiento radial de los pinos piñoneros se asoció con el Índice de El Niño Oscilación del Sur y el Índice Multivariado-extendido de ENSO. Para validar los impactos de los eventos hidroclimáticos reconstruidos, se utilizaron documentos históricos,

reconstrucciones dendroclimáticas de la región e índices de sequía reconstruidos como el Índice de Evaporación y Precipitación Estandarizada, el Índice de Severidad de Sequía de Palmer-autocalibrado y el Índice de Precipitación Estandarizada. El crecimiento radial de los pinos piñoneros responde a la lluvia de noviembre-julio, con la cual se reconstruyó la precipitación histórica de la región con una extensión de 166 años (1853-2018), con sequías importantes a inicios, mediados y finales de cada siglo y en periodos de 2 a 4 años. Se evidenció una asociación positiva con los índices de ENSO. Los periodos de sequía son consistentes con los registros históricos de eventos climáticos extremos y también con los índices de sequía reconstruidos. Se confirma la sensibilidad climática de las especies estudiadas y la detección de sequías cíclicas en el pasado; por lo que es importante llevar a cabo acciones de prevención y mitigación ante tales eventos.

Dinámica de la biomasa forestal aérea en bosques templados del noroeste de México

Dynamics of aerial forest biomass in altitudinal gradients in northwestern Mexico

Rigoberto González-Cubas^{1*}, Eduardo J. Treviño-Garza², José Antonio Hernández-Aguilar¹, Angelina Bautista-Cruz²

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande, Tlaxiaco, Oaxaca, México.

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México

* Autor para correspondencia: rigocubas_11@hotmail.com

Se desconoce en gran medida la dinámica de la biomasa aérea (BA) de los bosques templados del noroeste de México, por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar y describir los patrones del carbono almacenado en la biomasa aérea viva de los bosques templados del noroeste de México. Se muestrearon 10 áreas con altitudes de los 2000 a 3000 msnm, mediante un muestreo dirigido a lo largo de la Sierra Madre Oriental (SMOR). La BA se cuantificó mediante ecuaciones alométricas diseñadas para las especies de los bosques templados, a partir de datos de densidad de madera, diámetro (DAP ≥ 7.5 cm) y altura de los árboles. Se registraron un total de 23 especies arbóreas, pertenecientes a ocho familias. La familia más representativa fue Pinaceae con nueve especies, seguida

de la familia Fagaceae con ocho especies. Estas dos familias incluyeron 17 especies, lo que constituye 74 % de la vegetación registrada en los diez sitios de muestreo. La masa arbórea presentó un total de 619 ± 186 árboles ha^{-1} , un volumen total de 216 ± 86 m^3 ha^{-1} y una concentración de biomasa total de 108 ± 43 Mg ha^{-1} . Las existencias en altitudes de 2000, 2500 y 3000 msnm fueron del orden 130 ± 58 , 93 ± 55 y 102 ± 24 . Como tal, las existencias totales de biomasa no variaron significativamente a lo largo del gradiente de elevación ($p = 0.603$). Las especies con mayor volumen y biomasa acumulado fueron *Abies vejarii* (42 %), *Quercus affinis* (14 %) y *Pseudotsuga menziesii* (12 %). Por lo anterior, estos bosques son de gran importancia como sumideros de biomasa y carbono.

Evaluación de contenido de carbono y estimación de emisiones GEI de combustibles forestales

Carbon content assessment and estimation of GHG emissions from forest fuels

José Germán Flores Garnica^{1*}, Ana Graciela Flores Rodríguez², Esteban Gottfried-Burguett³

1 Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Guadalajara, Jalisco, México.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

3 Universidad Autónoma de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: flores.german@inifap.gob.mx

El estudio del fenómeno de calentamiento global lleva implícito una problemática particular, ya que para hacer estimaciones confiables de las bondades de las estrategias de mitigación, se requiere generar datos específicos; tales como la valoración de los contenidos de carbono en la vegetación. Por otra parte, los incendios forestales liberan emisiones de GEI, como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y monóxido de carbono (CO). No obstante, la magnitud de estos impactos depende de varios factores, como: la carga de combustibles, tipo de vegetación, porcentaje humedad, etc. De acuerdo a lo anterior, se presentan dos perspectivas sobre la relación combustibles forestales y carbono: a) un análisis comparativo del porcentaje de carbono contenido en combustibles muertos de tres ecosistemas forestales (pino, pino-encino y encino); y b) de las variaciones espaciales de emisiones de gases de

efecto invernadero a partir de las camas de combustibles. Las concentraciones de carbono fueron 53.92, 54.6 y 53.57 % para los ecosistemas de encino, pino-encino y pino, respectivamente. Por tipo de combustible, los combustibles firmes de 1000 horas presentaron la mayor concentración, por otro lado, la hojarasca representó la menor concentración. En cuanto a las emisiones, los resultados indican que el dióxido de carbono (con 5 % de humedad de los combustibles) tuvo un rango de emisiones entre 150 y 400 t/ha. Mientras que el CH_4 varió en promedio entre 0.3 a 4.5 t/ha y el CO tuvo un rango principalmente entre 2 y 8 t/ha. La información generada apoyará a las estimaciones de emisiones y almacenamiento de carbono en los ecosistemas forestales de México, dentro de la estrategia de MRV (Medición, Reporte y Verificación).

Elaboración de un programa de manejo para el arbolado del Parque Morelos, Guadalajara, Jalisco

Tree Management plan design at the Morelos Park at Guadalajara, Jalisco

Ricardo Agapito Jara-Arce¹, Tomás Martínez-Trinidad², Alejandro Velázquez-Martínez², Agustín Gallegos-Rodríguez³

1 Consultor en arboricultura y dasonomía urbana, Av. Las Torres 150, El Salto, Jalisco. rjararce@gmail.com.

2 Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Postgrado en Ciencias Forestales. Texcoco, Estado de México, México.

3 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: rjararce@gmail.com

Los planes de manejo o gestión del arbolado urbano son esenciales para promover arbolado saludable en un contexto de ciudades sustentables. Este trabajo tuvo el objetivo de realizar un diagnóstico general de la composición de especies arbóreas, analizar datos dasométricos con estadística básica, comparar la condición general del arbolado, identificar problemas fitosanitarios y determinar situaciones de riesgo. El análisis se realizó de manera general e individual a través de un censo del arbolado. Los resultados del censo indicaron que hay 1,335 individuos, aunque solamente 957 árboles de 39 especies fueron analizados; de los cuales 368 árboles son menores de 5 cm de DAP. Se analizó la diversidad de especies con base en la regla 10-20-30, que considera que el arbolado no debe presentar más del 10 % de una misma especie, no más del 20 % del mismo género y no más del 30 % de la misma familia. Se encontró que dicha regla en lo general no se cumple.

Las especies más abundantes fueron: fresno (29.9 %), jacaranda (22.5 %), casuarina (12 %), ficus (6.5 %), grevilia (4.5 %), trueno (3.2 %), galena (2.7 %), y bolitario (2.1 %). En el programa de manejo se recomendaron prácticas tales como: a) mejora del suelo con 564 acciones, debido a que existe alto tránsito de personas que provocan compactación y hay áreas pavimentadas que confinan los sistemas radicales del arbolado; b) manejo de arbolado de riesgo y renovación del arbolado que considera 416 trabajos tanto de poda, así como el derribo de árboles con alto potencial de falla y su restitución; c) mantenimiento del dosel con 1,063 trabajos de diversos tipos poda. Finalmente, se diseñaron especificaciones técnicas de mantenimiento de las prácticas arborícolas que deberán ser aplicadas en los diferentes periodos desde el primer al quinto año; lo anterior, para promover una condición de salud óptima del arbolado del parque.

Palabra clave: diversidad, mantenimiento, arboricultura, especificaciones.

Análisis comparativo de modelos para predecir la distribución de especies arbóreas

Comparative analysis of models for predicting tree species distributions

Juan Carlos Montoya-Jiménez¹, José René Valdez-Lazalde^{1*}, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Héctor Manuel de los Santos-Posadas¹, Gustavo Cruz-Cárdenas²

¹ Colegio de Postgraduados. Posgrado en Ciencias Forestales. Campus Montecillo. México.

² Instituto Politécnico Nacional. CIDIIR, Unidad Michoacán

* Autor para correspondencia: valdez@colpos.mx

Los modelos para predecir la distribución de especies son una herramienta útil para la evaluación y monitoreo de los recursos forestales al facilitar la planeación de su gestión en un entorno climático y ambiental cambiante. Recientemente se ha propuesto un número importante de algoritmos para este propósito, lo que dificulta la elección sobre cuál utilizar. La evaluación de la capacidad y variación predictiva de estos modelos puede dilucidar este problema. Se recolectaron datos de distribución de 17 especies de pinos con alta importancia económica para México y se construyeron modelos de distribución. Inicialmente se realizó una premodelación para seleccionar las variables de predicción, posteriormente se contrastaron nueve algoritmos y modelos de conjuntos. Se utilizó la habilidad estadística verdadera y el área bajo la curva como estadísticos de evaluación de la capacidad predictiva de los modelos, y el coeficiente de variación de las predicciones para evaluar

su variación. El número de variables predictivas de los modelos finales varió de seis a 12. Random forests, el modelo de conjunto, modelos aditivos generalizados y maxent obtuvieron valores altos de AUC (>0.92) y TSS (>0.72), por el contrario, bioclim y domain obtuvieron valores bajos en TSS (<0.5 y <0.55) y AUC (<0.75 y <0.82). Máquinas de soporte vectorial, distancia de Mahalanobis, modelos lineales generalizados y árboles de regresión potenciados obtuvieron valores intermedios en ambos estadísticos. El coeficiente de variación indicó que los modelos aditivos generalizados y bosques aleatorios obtuvieron alta variación en las predicciones ($CV>2.2$) por el contrario, domain y distancia de Mahalanobis obtuvieron menor variación ($CV<0.4$). Las diferencias encontradas en la capacidad y variación predictiva de los algoritmos sugieren que elegir el algoritmo apropiado para abordar un problema específico es relevante en el proceso de modelización.

Manejo forestal con escenarios de carbono en Zacualtipán, Hidalgo

Forest management with carbon scenarios in Zacualtipan, Hidalgo

Agustín Ramírez-Martínez¹, Manuel de Jesús González-Guillén^{1*}, Héctor Manuel de los Santos-Posadas¹, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Wenceslao Santiago-García²

1 Colegio de Postgraduados, km. 36.5 Carr. Mexico-Texcoco, Montecillo, Texcoco, C.P. 56230, México.

2 Instituto de Estudios Ambientales-División de Estudios de Postgrado-Ingeniería Forestal, Universidad de la Sierra Juárez, Avenida Universidad s/n, C. P. 68725, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: manuelg@colpos.mx

La búsqueda de mecanismos para mitigar el calentamiento global, ha generado una serie de propuestas para disminuir la deforestación y fomentar la conservación de los bosques. Dentro de ellos, están los almacenes de carbono mediante apoyos económicos y en especie. Sin embargo, las implicaciones económicas de incluir la captura de carbono al manejo forestal maderable no han sido abordadas a profundidad. Particularmente en México, se desconocen las condiciones en que la producción conjunta puede ser una opción rentable para los propietarios forestales. El objetivo de este estudio fue cuantificar la captura de carbono en la región de Zacualtipán, Hidalgo, y evaluar la rentabilidad financiera de la venta de bonos de carbono y aprovechamiento maderable. Se utilizaron datos e información de tres inventarios (2013, 2014 y 2016) realizados en 160 sitios

permanentes de 400 m². Los costos del aprovechamiento por hectárea se caracterizaron mediante entrevistas y la rentabilidad se evaluó a través de los indicadores económicos VAN, TIR, RBC y VES. Los resultados indican que, en zonas de productividad baja, la captura de carbono solo es rentable con una tasa de descuento baja (3.5 %) y un precio por MgCO₂e alto (100 US\$ ha⁻¹ año⁻¹). Sin embargo, bajo una producción conjunta, los turnos óptimos de rotación se alargan, dependiendo de la tasa de descuento y del precio de carbono capturado. Ante esta situación, el aprovechamiento maderable seguirá siendo la principal actividad económica. Para promover un cambio, se requiere que los mercados de carbono ofrezcan incentivos más atractivos que los ofertados actualmente y que las reglas de operación de los diferentes mecanismos creados, sean más flexibles.

Conflictos en el uso de la tierra en la subcuenca Pixquiac, Veracruz

Conflicts in land use in the Pixquiac sub-basin, Veracruz

Gabriel Chablé-Rodríguez¹, Manuel de Jesús González-Guillen^{*1}, Teresa M. González-Martínez¹; Armando Gómez-Guerrero¹, Demetrio Salvador Fernández-Reynoso²

Posgrados en ¹Ciencias Forestales e ²Hidrociencias, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.

* Autor de correspondencia; manuelg@colpos.mx

Los cambios y conflictos en el uso de la tierra en la subcuenca Pixquiac (10,660.23 ha) tienden a disminuir la provisión en cantidad y calidad de agua misma que abastece a la ciudad de Xalapa. Ante este hecho, las autoridades municipales han tenido que aplicar tandeos en épocas de estiaje. Por tanto, se requiere estudiar estos cambios y conflictos para la aplicación de políticas públicas que orienten o reorienten el uso correcto. El objetivo de este estudio fue determinar los cambios y conflictos del uso de la tierra en la subcuenca Pixquiac entre 2002 y 2018 a través de imágenes satelitales y álgebra de mapas. Los resultados sugieren que 1,435.93 ha presentan cambios en el uso de la tierra en el área de estudio. Los suelos forestales han disminuido su superficie en un 11.36 %, de una superficie de 5,748.48, disminuyó a 5,095.36 ha, esta pérdida incrementó el uso pecuario

en 74.14 % al pasar de 1,475.83 a 2,570.14 ha; sin embargo, el uso agrícola tuvo una pérdida del 14.42 % con una disminución de 488.39 ha respecto a la superficie de 2002; finalmente, el uso urbano tuvo un aumento del 94.32 % pasando de 50.04 a 97.24 ha durante el periodo analizado. Respecto a los conflictos de uso, 6,169.07 ha (57.89 % del total) presentan compatibilidad entre el uso actual y potencial, sin embargo, en la parte media y baja de la subcuenca, se detectaron siete áreas de conflicto que suman 4,491.15 ha (42.11 %) principalmente áreas con potencial forestal que actualmente se encuentran ocupadas por zonas pecuarias y agrícolas. El análisis de la dinámica de cambios del uso de la tierra servirá de base a los tomadores de decisión y planificadores para la gestión integral del territorio.

Transferencia climática y altitudinal mediante trasplantes recíprocos de once procedencias de *Abies religiosa* (oyamel): Impacto en la supervivencia y crecimiento de plántulas

Climatic and altitudinal transfer, by reciprocal transplants, of eleven *Abies religiosa* (sacred fir) provenances: Impact on the survival and growth of seedlings

Ana Laura Cruzado-Vargas¹, Cuauhtémoc Sáenz-Romero^{2*}, Roberto Lindig-Cisneros³, Mariela Gómez-Romero^{4,5}, Arnulfo Blanco-García⁴, Leonel López-Toledo²

1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 2 Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 3 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México. 4 Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 5 Cátedra, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: csaenzromero@gmail.com

El cambio climático está generando cambios en los sitios en donde se encuentran las poblaciones forestales actualmente y el clima al que se han adaptado. Los ensayos de trasplantes recíprocos permiten predecir los impactos del cambio climático, ya que las plántulas se desarrollan en climas diferentes al de su origen. El objetivo del trabajo fue evaluar el impacto de la distancia de transferencia climática y altitudinal en la supervivencia y el crecimiento en plántulas de once procedencias de *Abies religiosa*, oyamel, originadas en la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca (RBMM). Se seleccionaron tres sitios de ensayo de campo en altitudes contrastantes: 2600 m Tlalpujahua, Michoacán; 3000 m (sitio de referencia) y 3400 m RBMM, Edo. de México. Usando modelos mixtos, se generaron curvas de respuesta para las variables evaluadas, y se determinó que el efecto de la distancia de transferencia climática

es negativo cuando las poblaciones son trasladadas a sitios más cálidos, con casi 1.8 °C más y 16.8 % menos precipitación, con respecto al sitio de referencia, provocando una mortalidad de 94 % (evaluación de dos años). En contraste, cuando las poblaciones son llevadas a sitios más fríos (a mayor altitud que su origen), la mortalidad es negligible (2 %). En cuanto al crecimiento, las plántulas que se establecieron en el sitio de referencia, son las que presentan el mayor crecimiento promedio en altura, mientras que las plántulas que presentan el mayor diámetro basal promedio son las establecidas en el sitio a 2600 m. Se concluyó que mover las procedencias 400 m hacia arriba (migración asistida), permitirá mayor supervivencia de plántulas y por consiguiente puede ser una acción de mitigación a los impactos esperados del cambio climático.

Palabras clave: *Abies religiosa*, cambio climático, distancia de transferencia climática, supervivencia, sequía, crecimiento.

Patrón de dispersión de la flora en el Oasis San Ignacio Baja California Sur

Dispersal pattern of flora in the Oasis San Ignacio Baja California Sur

Nancy Silva Ávila^{1*}, Francisco Javier Hernández¹, Carlos Enrique Aguirre Calderón¹, Abel Nájera Luna¹, José Alexis Martínez Rivas¹

¹ Instituto Tecnológico de El Salto. Mesa del Tecnológico s/n, 34942, El Salto, Durango México.

* Autor para correspondencia: anny_z16@hotmail.com

Un oasis sudcaliforniano se deriva de la presencia de un cuerpo de agua rodeado de vegetación de tipo mesófila que contrasta con la vegetación xerófila adyacente, representan ecosistemas relictos de afinidad tropical y donde la distribución espacial de las especies se debe a una selección diferencial de los recursos bióticos y abióticos que permiten aprovechar los elementos y medios disponibles de manera óptima.

El objetivo del estudio fue estimar el patrón de dispersión de las especies de flora en el Oasis San Ignacio, Baja California Sur, para ello se separó la vegetación en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, ajustándolos a las distribuciones de Poisson () y binomial negativa, además del índice de dispersión (). Las pruebas de bondad de ajuste empleadas fueron la Ji-cuadrada y el estadístico U a un nivel

de significancia de 0.05. En particular, la distribución de probabilidad discreta binomial negativa depende de dos parámetros: el exponente k y p . El índice de dispersión y la distribución de Poisson sugieren que, en los estratos evaluados, las especies tienden a agregarse; por su parte, la bondad de ajuste de la distribución binomial negativa probada con el estadístico U, corrobora que la vegetación arbórea y herbácea presentan un patrón de dispersión agregado, mientras que la arbustiva se distribuye de manera uniforme. En la evaluación de los ecosistemas, la dispersión de los individuos en una población proporciona mayor cantidad de información, que una sencilla medida de la densidad acerca de cómo interactúan entre sí y su relación con el entorno.

Impacto del cambio de uso del suelo en las propiedades hidrológicas de un Luvisol en Oaxaca

Impact of land use change on the hydrological properties of a Luvisol in Oaxaca

Celestino Sandoval-García^{1*}, Israel Cantú Silva¹, Humberto González Rodríguez¹, María Inés Yáñez Díaz¹, José Guadalupe Marmolejo Monsiváis¹, Marco Vinicio Gómez Meza²

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

² Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: celestinosandoval@gmail.com

El cambio de uso del suelo en las últimas décadas ha provocado diferentes impactos en las propiedades del suelo, siendo la hidrológica una de ellas. Sin embargo, existen pocos estudios al respecto sobre su evaluación en cuencas hidrológicas del país. El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto del cambio de uso del suelo en las propiedades hidrológicas de un Luvisol bajo usos agrícola, pastizal, plantación de pino, bosque de pino y agropecuario, en la microcuenca Río La Venta, Copalita, Oaxaca, México. Los parámetros utilizados para evaluar el impacto del uso fueron: Conductividad hidráulica (K_s), infiltración inicial (I_a), infiltración acumulada (I_b) y capacidad de infiltración (I_c). Para K_s , se determinó mediante el método de cilindro, I_a , I_b e I_c , se utilizó el método de doble anillo. Los valores medios de K_s fueron de 0.001 cm s^{-1} para el uso agropecuario y agrícola, 0.002 cm s^{-1} para pastizal, 0.008 cm s^{-1}

para plantación de pino y 0.022 cm s^{-1} para el bosque de pino. Así mismo, los valores medios de I_a e I_c , el bosque de pino (control) presentó el mayor valor ($4500\text{-}1169 \text{ mm h}^{-1}$), seguido por la plantación de pino ($2100\text{-}383 \text{ mm h}^{-1}$), agrícola ($760\text{-}182 \text{ mm h}^{-1}$), pastizal ($500\text{-}136 \text{ mm h}^{-1}$) y agropecuario ($480\text{-}85 \text{ mm h}^{-1}$) respectivamente. Los valores medios de I_b , el bosque de pino presentó el mayor valor (4699 mm), plantación de pino (1338 mm), agrícola (633 mm), pastizal (467 mm) y agropecuario (293 mm). Las variables evaluadas mostraron diferencias significativas entre los usos del suelo, lo cual significa que el cambio de uso provoca un impacto en las propiedades hidrológicas del suelo, por lo que es importante mantener la cobertura forestal para seguir favoreciendo la recarga de los acuíferos de la microcuenca Río la Venta, Copalita, Oaxaca.

Influencia del gradiente altitudinal y la autocorrelación espacial en la estructura de *Pinus hartwegii* Lindl. en el Monte Tláloc.

Influence of altitudinal gradient and spatial autocorrelation on the structure of *Pinus hartwegii* Lindl. on Mount Tlaloc.

Francisco Uriel Castillo-Chávez^{1*}, Patricia Hernández-de la Rosa¹, Teresa M. Gozález-Martínez¹, Juan Ignacio Valdez-Hernandez¹, Gustavo A. Arévalo-Galarza².

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado en Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco km 36.5. C. P. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. ²Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos, Área de Recursos Naturales. Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5, C.P. 56230 Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: castillo.francisco@colpos.mx.

Pinus hartwegii Lindl. marca el límite altitudinal arbóreo en México, siendo una especie adaptada a temperaturas extremas bajas, se distribuye en un rango altitudinal de 2600 a 4200 m. El objetivo fue determinar la influencia de un gradiente altitudinal en la estructura del bosque de *P. hartwegii* Lindl. en un ecosistema de alta montaña del Monte Tláloc, en el estado de México. Se definieron cuatro rangos altitudinales en función de la presencia de *P. hartwegii* (3500, 3700, 3900 y 4000 m) donde se ubicaron 16 sitios de muestreo de 400 m² (cuatro por cada rango altitudinal). Se midió diámetro normal, altura total, cobertura de copa y ubicación espacial de todos los individuos de *P. hartwegii* presentes en cada sitio. Se ajustó el mejor modelo de distribución para las variables observadas a lo largo del gradiente altitudinal, con un total de 266 individuos, y se determinó la influencia de la

autocorrelación espacial de las variables muestreadas mediante el índice de Moran. El modelo de distribución presentó una influencia negativa respecto al gradiente altitudinal; el análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas ($p > 0.001$) para las variables dasométricas respecto a los rangos altitudinales, mostrando mayor diferencia en los rangos altitudinales intermedios respecto al intercepto. El índice de Moran rechaza la hipótesis de aleatoriedad en los valores dasométricos, siendo la altura total del árbol la variable que mayor dependencia espacial mostró. Las altitudes de 3700 y 3900 m presentaron el valor más alto del índice de autocorrelación espacial dentro del gradiente altitudinal. Los resultados sugieren que la variación altitudinal y la autocorrelación espacial influyen de manera significativa en la estructura de *P. hartwegii*.

Impacto de las reglas de operación del programa de pago por servicios ambientales durante 2003-2018, en México

Impact of the operating rules of the payment program for environmental services during 2003-2018, in México

Víctor Hugo Martínez Cíntora¹, Manuel de Jesús González Guillén^{2*}, José René Valdez Lazalde², Teresa Margarita González Martínez², Joel Rodríguez Zúñiga³

1 Prestador de Servicios Profesionales, Zapopan, Jalisco, México.

2 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo,

3 Universidad Intercultural del Estado de México. San Felipe del Progreso, Estado de México.

* Autor para correspondencia: manuelg@colpos.mx

Este estudio analiza la efectividad de las Reglas de Operación (RdO) en la dirección y aplicación del programa de pago de servicios ambientales –PSA– (PSAH y PSA-CABSA) para cumplir los objetivos de mantener y mejorar la provisión de SA y promover la participación de mercados regionales y globales. Con información proporcionada por la CONAFOR, se analizaron los resultados por entidad federativa en cuanto a superficie y monto de apoyo, así como las RdO por convocatoria, el contenido de los contratos firmados entre la CONAFOR y los beneficiarios. Además, las recomendaciones de las evaluaciones durante 2003 a 2018. Los resultados sugieren que las RdO cambiaron anualmente, en mayor medida con los cambios de administración en la CONAFOR. Se observaron variaciones en el presupuesto disponible para el programa y los montos de apoyo entregados a los beneficiarios, sin encontrar una tendencia

que respondiera al logro de los resultados perseguidos con su implementación. Si bien, las evaluaciones externas que fueron realizadas al PSA, se hicieron con un gran rigor metodológico, sus recomendaciones no siempre fueron incorporadas al diseño de las RdO publicadas anualmente. Las RdO, el presupuesto y los montos de apoyo entregados a los beneficiarios respondieron más a los objetivos de la Estrategia Nacional REDD+, que a los objetivos del PSA. Al quedar subordinados, no lograron mantener a cabalidad la cubierta forestal y la provisión de SA en los terrenos beneficiados. Tampoco se ha logrado crear un mercado de SA. Este estudio es relevante debido a que describe los principales hallazgos en la implementación del PSA durante el período analizado, además, muestra los resultados de las evaluaciones y su utilización en la toma de decisiones para su mejora.

How is *Picea chihuahuana* Martinez facing the climate change and the increase of CO₂ in the atmosphere?

¿Cómo afronta *Picea chihuahuana* Martínez el cambio climático y el aumento de CO₂ en la atmósfera?

Luis U. Castruita-Esparza^{1*}, Armando Gómez-Guerrero², Lucas C.R. Silva³, José Villanueva-Díaz⁴, Arian Correa Díaz², & Jesús Miguel Olivas García¹

1 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales - UACH Km 2.5 Carretera Delicias a Rosales, Cd. Delicias, Chih, México. C.P. 33000 Apartado Postal 253.

2 Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carr. Mexico-Texcoco, Montecillo, Estado de México, CP 56230, México.

3 Environmental Studies Program. Department of Geography. University of Oregon, Eugene OR, 97403, US.

4 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 6.5, Gómez Palacio, Durango, CP 35140, México.

5 Biogeochemistry and Nutrient Cycling Lab. Department of Land Air and Water Resources. University of California, Davis. One Shields Avenue. Davis CA, 95616, US.

* Corresponding author; e-mail: lcastruita@uach.mx

Understanding how *Picea chihuahuana* responded to extreme climatic events in the past is crucial for advancing in our ability to predict how recent atmospheric changes of CO₂ will impact this forest ecosystem in the future. *Picea chihuahuana* is a long-lived climate sensitive species thriving in specific habitats along the Sierra Madre Occidental. Currently the species is considered in danger of extinction, and is included under protection of Mexican norm NOM-059- SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Here, a dual isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$) approach was combined with standard dendrochronological methods to examine how *Picea chihuahuana* trees has physiologically responded to extreme climatic events over the past 150 years in Chihuahua Mexico. We found that trees recorded extreme dry events in: 1850, 1865,

1880, 1893, 1920, 1940, 1953, 1965, 1982, 2000, 2005, and wet events in 1870, 1885, 1910, 1929, 1951, 1966, 1975, 1987, 1995, 2010. Tree ring $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ recorded shifts in precipitation patterns, as well as physiological adjustments following dry and wet events. A positive relationship between $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ was observed over time, with the highest ^{13}C discrimination and the lowest $\delta^{18}\text{O}$ recorded in tree rings during wet periods. Rising atmospheric CO₂ levels caused increases in water use efficiency (iWUE) but no more growth due to the fertilization effect by the increase of atmospheric CO₂. Tree growth decline and divergent isotopic signals indicated critically low stomatal conductance during dry periods. Therefore, if currently observed precipitation patterns continue in this region will likely cause a widespread increase in forest dieback for this species

Captura y valoración del carbono en bosques de la región de Bocoyna, Chihuahua, México

Carbon uptake and valuation in forests of the Bocoyna region, Chihuahua, Mexico

Julieta Valenzuela-Pinela¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza^{1*}, Luisa Patricia Uranga-Valencia¹, Javier Hernández-Salas¹, Jesús Miguel Olivas-García¹, Concepción Lujan Álvarez¹

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales-Universidad Autónoma de Chihuahua México, apartado Postal 253, C.P. 33000. Cd. Delicias, Chih., México. Km 2.5 Carretera Delicias a Rosales.

* Autor para correspondencia: lcastruita@uach.mx

En la actualidad la captura de carbono en los ecosistemas forestales es significativa como servicio ambiental, y representa mitigación ante el cambio climático global. El mercado del carbono tiene rentabilidad moderada comparada con el precio de la madera, y pudiera estar subestimado como servicio ambiental. El objetivo fue estimar y valorar la captura de carbono en un bosque templado en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, en el cual predominan *Pinus arizonica*, *P. durangensis* y *P. strobiformis*. Para la estimación del carbono capturado se emplearon los factores de conversión del IPCC, mediante un inventario forestal, se determinó el volumen maderable en 11,019 ha, estimando 739,375 m³ vta (volumen total árbol), un promedio de 67.10 m³vta ha⁻¹. El contenido de carbono total fue de 369,687 MgC y el promedio 33.55 MgCha⁻¹.

El total de carbono equivalente 1'353,054 MgCO₂e y el promedio 122.8 MgCO₂e ha⁻¹. La adicionalidad por reforestación fue 10,659 MgCha⁻¹, las pérdidas simuladas como incendios forestales, plagas, o desplazamiento del manejo forestal, fueron 73,508 MgC ha⁻¹. El valor de la madera en escenario con intensidad de corta 18 % fue MX\$22,087,375, el valor del CO₂e \$6,399,817, y el valor del CO₂e residual estimó \$29,154,722. De acuerdo con los Mecanismos de Desarrollo Limpio, en la actualidad se carece de condiciones para competir en el mercado del carbono, ya que los precios son bajos en comparación con el precio de la madera, ante la incertidumbre en la implementación integral del acuerdo de París, el comercio voluntario de carbono es una opción para promover y recompensar esta actividad.

Contenido de pigmentos fotosintéticos en cuatro especies arbustivas nativas del noreste de México

Content of photosynthetic pigments in four native shrub species of northeastern Mexico

Sarely Vicente-Juan¹, Tilo Gustavo Domínguez-Gómez^{1*}, Humberto González-Rodríguez², Solís Gonzalez-Santiago¹, José de Jesús Graciano-Luna¹

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de El Salto, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Calle Tecnológico 101, Col. La Forestal. C.P. 34942, El Salto, Durango, México.

2 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carr. Nac. No. 85, km 145, 67700. Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: Gustavo_dguezg@hotmail.com

Los pigmentos fotosintéticos como clorofila, carotenoides, xantofilas o flavonoides juegan un papel importante en el proceso asimilatorio de las plantas superiores. El objetivo del presente trabajo fue determinar los contenidos de clorofila a, clorofila b, y carotenoides en cuatro especies arbustivas en el municipio de Los Ramones, Nuevo León. Las especies evaluadas fueron: *Condalia hookeri*, *Syderoxylon celastrinum*, *Prosopis glandulosa*, y *Celtis pallida*. Las muestras fueron colectadas al azar en una parcela de 2500 m². Para ello, se extrajeron cinco muestras (hojas) por especie, teniendo un total de veinte muestras, para hacer extracción y lecturas a diferentes niveles de absorbancia para determinar el contenido de pigmentos fotosintéticos. Los contenidos de pigmentos fotosintéticos fueron analizados en un Perkin-Elmer espectrofotómetro UV/VIS (Modelo Lambda 1A). Se empleó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, para encontrar diferencias en el contenido de los diferentes pigmentos ($P < 0.05$) entre las especies estudiadas. Se observaron diferencias significativas entre

los contenidos de pigmentos fotosintéticos. El mayor contenido de clorofila a se presentó en las especies *P. glandulosa* (0.84 mg.gpf⁻¹) y *S. celastrinum* (0.82 mg.gpf⁻¹). Con respecto a la clorofila b, el mayor se observó en *C. hookeri* (0.21 mg.gpf⁻¹) y *P. glandulosa* (0.16 mg.gpf⁻¹). El mayor contenido de carotenoides resultó en *S. celastrinum* y *P. glandulosa* (0.20 mg.gpf⁻¹) y *C. pallida* (0.18 mg.gpf⁻¹). La relación clorofila a + b fue diferente en todas las especies, sin embargo, *S. celastrinum* (1.03 mg.gpf⁻¹) y *P. glandulosa* (1.00 mg.gpf⁻¹) destacaron ligeramente. Respecto a la relación clorofila a/b fue diferente en todas las especies, sin embargo, *P. glandulosa* destacó ligeramente (5.98). La relación chl (a + b) / car fue diferente en todas las especies, sin embargo, *P. glandulosa* destacó ligeramente (5.64). La variación entre los pigmentos representa un papel importante en las actividades fotosintéticas de las diferentes especies. Estas diferencias pueden deberse a las condiciones climáticas, edáficas y la vegetación existente en la localidad.

Intercepción de precipitación en *Pinus engelmannii* Carr. y *Quercus rugosa* Née en el ejido Adolfo Ruiz Cortines, Pueblo Nuevo, Durango

Precipitation interception in *Pinus engelmannii* Carr. and *Quercus rugosa* Née in the ejido Adolfo Ruiz Cortines, Pueblo Nuevo, Durango

Tilo Gustavo Domínguez-Gómez^{1*}, Sarely Vicente-Juan¹, Edgar Giovanni Velásquez-Ortíz¹, Edgar Samuel Córdoba-Delgado¹, Israel Cantú Silva², María Inés Yáñez-Díaz², Francisco Javier Hernández¹, José Guadalupe Colín¹

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de El Salto, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Calle Tecnológico 101, Col. La Forestal. C.P. 34942, El Salto, Durango, México.

2 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carr. Nac. No. 85, km 145, 67700. Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: Gustavo_dguezg@hotmail.com

Con el propósito de determinar los porcentajes de la precipitación incidente, precipitación directa, escurrimiento fustal, pérdidas por intercepción y propiedades fisicoquímicas del agua en *Pinus engelmannii* Carr y *Quercus rugosa* Née, se analizaron 30 eventos de lluvia dentro de un fragmento del ejido Adolfo Ruiz Cortines del municipio de Pueblo Nuevo, Durango. Los resultados indican una precipitación incidente de 856.24 mm. La precipitación directa en *P. engelmannii* Carr y *Q. rugosa* Née representó el 72.11 % y el 79.40 %, respectivamente, con un promedio de 75.76 % de la precipitación total. El escurrimiento fustal representó el 0.46 % y 0.11 %, mientras que la intercepción del dosel el

27.42 % y 20.27 % en *P. engelmannii* y *Q. rugosa*, respectivamente. El análisis del pluviolavado indicó que el máximo valor del pH en la precipitación incidente fue igual a 6.78, en la precipitación directa en *P. engelmannii* 5.78 y en *Q. rugosa* 6.78. El escurrimiento fustal en *P. engelmannii* presentó un pH igual a 6.08 y en *Q. rugosa* de 7.51. La conductividad eléctrica del escurrimiento fustal fue igual a 84.63 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en *P. engelmannii* y de 170.67 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en *Q. rugosa*, valores superiores a la precipitación incidente y a la precipitación directa de ambas especies. El análisis del valor de importancia de las especies mostró que *Pinus durangensis* y *P. teocote* fueron las especies más importantes con valores de 85.74 y 45.20, respectivamente.

Palabras clave: redistribución, precipitación incidente, precipitación directa, escurrimiento fustal, pérdidas por intercepción, propiedades fisicoquímicas, pluviolavado.

De los bosques neotropicales a los neárticos: El comportamiento ecofisiológico del género *Abies* derivado de información de anillos de crecimiento durante el último siglo

From Nearctic to Neotropical forests: The ecophysiological behavior of the *Abies* genus derived from tree-ring information during the last century

Arian Correa-Díaz^{1*}, Armando Gómez-Guerrero², Luis Ubaldo Castruita-Esparza³, Lucas C. R. Silva⁴, William R. Horwath⁵

1 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales CENID-COMEF, INIFAP, Coyoacán, Ciudad de México, México. 2 Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. 3 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. 4 Environmental Studies Program, Department of Geography, Institute of Ecology and Evolution University of Oregon, Eugene, Oregon, USA. 5 Biogeochemistry and Nutrient Cycling Lab, Department of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis, California, USA.

* Autor para correspondencia: correa.arian@inifap.gob.mx

México es el límite de distribución del género *Abies* en Norteamérica integrando dos zonas biogeográficas (e.g. neártica y neotropical). Por su alta sensibilidad a la variabilidad climática, las especies del género *Abies* son idóneas para analizar en sus anillos de crecimiento anual las adaptaciones ecofisiológicas por efecto del cambio climático. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento ecofisiológico derivado a partir de información isotópica registrada en anillos de crecimiento de *Abies concolor*, *Abies durangensis*, *Abies religiosa* y *Abies guatemalensis* en un gradiente de humedad a lo largo del Pacífico. La composición de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$), oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$), discriminación contra carbono 13 ($\Delta^{13}\text{C}$) y eficiencia de uso de agua intrínseca (iWUE) fueron evaluadas en anillos de crecimiento en bloques de cinco años y analizados con modelos lineales mixtos. Independientemente de la especie, se

observó un efecto de dilución en $\delta^{13}\text{C}$ en el último siglo (-0.06‰ cada 5 años), atribuidos al cambio en la química de la atmósfera. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ revelan un gradiente de humedad, con valores bajos en $\delta^{13}\text{C}$ y altos en $\delta^{18}\text{O}$ en los sitios más húmedos (*A. religiosa*, -26.2‰ y 19.8‰) y lo opuesto en sitios secos (*A. concolor*, -22.1‰ y 26.4‰). Igualmente, en sitios secos se observó menor $\Delta^{13}\text{C}$, pero mayor iWUE (*A. concolor*, 15.6‰ y $95.4\text{ }\mu\text{mol mol}^{-1}$) lo que denota un comportamiento diferencial entre especies del género *Abies* para regular el intercambio de gases y vapor de agua vía estomática. No hubo ninguna tendencia temporal en $\Delta^{13}\text{C}$, excepto por una disminución para *A. durangensis*. Finalmente, se encontró un incremento en iWUE para todas las especies principalmente después de 1950, lo que denota un cambio significativo en la respuesta ecofisiológica a partir de esa década con implicaciones para su manejo.

Palabras clave: dendrocronología, cambio climático, ecofisiología, isótopos estables.

Efecto de la temperatura máxima en la madera tardía de *Pinus oocarpa* Schiede al sur del Parque Ecoturístico Rancho Nuevo, Chiapas

Maximum temperature effect on latewood growth of *Pinus oocarpa* Schiede at the south of Rancho Nuevo Ecotouristic Park, Chiapas

María Isabel López-Hernández^{1*}, Eladio Heriberto Cornejo-Oviedo², Julián Cerano-Paredes³, Salvador Valencia-Manzo², Alejandro Zermeno-González⁴, Jesús Ángel López-Sánchez¹

1 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Postgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

2 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Forestal, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

3 Laboratorio de Dendrocronología. CENID-RASPA-INIFAP. Gómez Palacio, Durango.

4 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Riego y Drenaje, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

* Autor para correspondencia: mary_isa_18@hotmail.com

La disminución de la precipitación y el incremento de la temperatura inciden en la vulnerabilidad de las especies forestales, haciendo que los ecosistemas forestales sean diferentes unos a otros y sean sensibles a las variables climáticas. El objetivo del presente estudio fue determinar la sensibilidad de la madera tardía de *Pinus oocarpa* Schiede a la temperatura máxima en el Ejido San Isidro Chichihuistan, Teopisca, Chiapas. Empleando un muestreo selectivo, se seleccionaron 54 árboles. A cada árbol se le extrajeron dos núcleos de crecimiento con el apoyo de un taladro de Pressler. El fechado se realizó mediante técnicas dendrocronológicas estándar. Del total de los 108 núcleos de crecimiento, no se logró fechar el 46 %. Se generó un promedio mensual regional de 1946 al 2018 de la

temperatura máxima. Se correlacionaron el anillo total, la madera temprana y la madera tardía, con el promedio mensual de la temperatura máxima. El programa COFECHA indicó una correlación entre series de $r = 0.44$ ($p < 0.01$). Se generaron dos cronologías, estándar y residual, de 74 años (1945-2019) de anillo total y de las maderas, temprana y tardía. El análisis de función de respuesta indicó que se puede reconstruir, con base en la madera tardía, la temperatura máxima de primavera ($r = 0.43$, $p < 0.01$) y el periodo de enero a diciembre ($r = 0.49$, $p < 0.01$), ambas con la cronología estándar. Lo anterior indica el potencial para generar un modelo de regresión y reconstruir la variabilidad de la temperatura máxima de primavera o anual para los últimos 74 años en el Ejido San Isidro Chichihuistan.

Sensibilidad en el crecimiento radial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. a la temperatura mínima en el centro de Chiapas

Radial growth sensitivity of *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. to minimum temperature at the center of Chiapas

María Isabel López-Hernández^{1*}, Eladio Heriberto Cornejo-Oviedo², Julián Cerano-Paredes³, Salvador Valencia-Manzo², Alejandro Zermeno-González⁴, Víctor Alonso Gómez-López⁵

1 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Postgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 2 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Forestal, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 3 Laboratorio de Dendrocronología. CENID-RASPA-INIFAP. Gómez Palacio, Durango. 4 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Riego y Drenaje, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 5 Ecos de la Tierra Proyectos Productivos y Medio Ambiente A. C. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

* Autor para correspondencia: mary_isa_18@hotmail.com

La temperatura mínima es una variable importante en los límites de distribución de la vegetación, debido a que las especies difieren en sensibilidad. El número de especies para las cuales se ha determinado su potencial dendrocronológico ha ido en aumento; sin embargo, falta un gran número de especies por analizar. El objetivo del presente estudio fue determinar el potencial dendrocronológico de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. para reconstruir la temperatura mínima en el Ejido San Isidro Chichihuistan, Teopisca, Chiapas. Empleando un muestreo selectivo, se colectaron 108 muestras con el apoyo de un taladro de Pressler correspondientes a 54 árboles de los más longevos y libres de daños mecánicos. Se fecharon el 54 % de las muestras mediante técnicas dendrocronológicas

estándar. Se generó un promedio mensual regional (1946-2018) de la temperatura mínima. Se correlacionaron el anillo total y las maderas, temprana y tardía, con el promedio mensual de la temperatura mínima. El programa COFECHA indicó una correlación entre series de $r = 0.44$ ($p < 0.01$). Se generaron dos cronologías, estándar y residual, de 74 años (1945-2019) de anillo total y las maderas, temprana y tardía. El análisis de función de respuesta indicó que se puede reconstruir, con base a la madera tardía, la temperatura mínima de primavera ($r = 0.56$, $p < 0.01$) y el periodo de enero a diciembre ($r = 0.61$, $p < 0.01$), ambas con la cronología estándar. La humedad del sitio y la relación con la temperatura mínima juegan un papel importante en el crecimiento radial de *Pinus oocarpa*.

Caracterización y servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco, Estado de México

Characterization and ecosystem services of trees in four parks in Texcoco, Mexico state

Tomás Martínez-Trinidad^{1*}, Pablo Hernández López¹, Fabiola López López², Leopoldo Mohedano Caballero³

1 Colegio de Postgraduados. Posgrado en Ciencias Forestales. México.

2 Consultora de Programas Internacionales, US – Forest Service. México.

3 Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales, México.

* Autor para correspondencia: tomtz@colpos.mx

El arbolado urbano brinda diversos beneficios que influyen en las condiciones ambientales así como el bienestar humano; sin embargo, es necesario conocer el estado de la masa arbolada para cuantificar dichos beneficios. El objetivo de esta investigación fue conocer la estructura, diversidad y los servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de la ciudad de Texcoco de Mora, Estado de México. Con base en un censo de árboles en los parques, se determinó una población arbórea compuesta por 391 individuos, pertenecientes a 19 familias y 34 especies. Las especies con mayor presencia fueron *Ficus benjamina* L. (23 %), *Schinus molle* L. (13.8 %), *Hesperocyparis lusitanica* (Mill) Bartel (10.2 %) y *Ligustrum lucidum* WT Aiton. (10 %). En cuanto a diversidad, se calculó el índice de Simpson (1-D) el cual presentó un valor de 0.73 y el índice de Shannon-Wiener $H' = 3.89$, lo que indica una alta

diversidad, no obstante, las tres especies más abundantes sobrepasan la regla de diversidad 10-20-30. Se estimaron cinco servicios ecosistémicos que brinda el arbolado a través del software i-Tree Eco v6: almacén y captura de carbono (C), producción de oxígeno (O_2), remoción de contaminantes atmosféricos (O_3 , CO, NO_2 , SO_2 y $PM_{2.5}$) y reducción de escorrentía superficial. Como resultado se estimó que el arbolado evaluado almacenó $28.85 \text{ Mg C ha}^{-1}$, capturó $2.56 \text{ Mg C año}^{-1}$ y produjo un total de $6 \text{ Mg } O_2 \text{ año}^{-1}$. Además, los árboles evaluados contribuyen a remover un total de 0.06 Mg año^{-1} de contaminantes y reducir la escorrentía del agua de lluvia en $107.9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$. La información generada es útil para la gestión y conservación del recurso arbóreo en los cuatro parques evaluados, así como en la valoración del arbolado de la ciudad de Texcoco.

Ensayo de migración asistida de *Pinus pseudostrobus* con exclusión de lluvia: manteniendo la cubierta forestal de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca en un entorno afectado por el cambio climático

***Pinus pseudostrobus* assisted migration trial with rain exclusion: maintaining Monarch Butterfly Biosphere Reserve forest cover in an environment affected by climate change**

Erika Gómez-Pineda^{1*}, Cuauhtémoc Sáenz-Romero², Arnulfo Blanco-García³, Roberto Lindig-Cisneros⁴, Greg A. O'Neill⁵, Leonel Lopez-Toledo²

1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, Michoacán, México. 2 Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH, Morelia, Michoacán, México. 3 Facultad de Biología, UMSNH, Morelia, Michoacán, México. 4 Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Morelia, Michoacán, México. 5 Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, Tree Improvement Branch. Kalamalka Forestry Centre. Vernon, British Columbia, Canada.

* Autor para correspondencia: erigomezpin@hotmail.com

En la Faja Volcánica Trans-mexicana el estrés por sequía está conduciendo a la declinación de dos coníferas de gran importancia ecológica y económica: *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus*. Dado que *P. pseudostrobus* se distribuye inmediatamente por debajo del límite altitudinal inferior de *A. religiosa*, esta sería una elección lógica de especie para ocupar los sitios que pueden ser creados por la declinación de *A. religiosa*. Evaluamos la viabilidad de la migración asistida hacia mayores altitudes utilizando cuatro procedencias de *P. pseudostrobus*, y exploramos el efecto de la reducción de precipitación con un tratamiento de exclusión de lluvia en un ensayo de campo establecido en el borde de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca (RBMM), en el Estado de México. Nuestros resultados muestran que, aunque la transferencia climática por efecto de la migración altitudinal de las cuatro poblaciones fue desde los -1.4 hasta los -3.3 °C de

temperatura media anual, y se excluyó el 30 % de la precipitación (-200 mm), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos o poblaciones para el incremento de altura (promedio general de 1.52 m) o supervivencia (promedio general 87 %). Estos hallazgos sugieren que es factible migrar *P. pseudostrobus* altitudinalmente hacia arriba, es decir, hacia el borde de la RBMM, donde las poblaciones que se localizan en la parte baja de la distribución altitudinal de *A. religiosa* están en declinación. El mantener una barrera de árboles sanos adaptados al clima del futuro puede presentar el beneficio adicional de desalentar el cambio de uso de la tierra forestal a la producción de papa. Si la migración asistida no se incluye en los programas de manejo y reforestación, el cambio climático podría inducir una mortalidad significativa en el bosque actual de *A. religiosa*, facilitando la expansión de la frontera agrícola hacia la RBMM.

Efecto de los atributos funcionales de especies leñosas en el escurrimiento caulinar de un bosque de niebla del centro de Veracruz, México

Effect of the functional attributes of woody species in the caulinar runoff of a cloud forest of the center of Veracruz, Mexico

Teresa Margarita González-Martínez^{1*}, Guadalupe Williams-Linera², Friso Holwerda³

¹ Posgrado en Ciencias Forestales – Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

² Red de Ecología Funcional – Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz.

³ Centro de Ciencias de la Atmósfera – Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

* Autor para correspondencia: teresa.gonzalez@colpos.mx

El papel de los bosques en la regulación del ciclo del agua está ampliamente reconocido, sin embargo, aún existe poca información en torno a la influencia de los atributos funcionales de las especies leñosas sobre los procesos hidrológicos. El presente estudio se desarrolló en un bosque de niebla del centro de Veracruz, México, con los siguientes objetivos: 1) comparar el volumen de escurrimiento caulinar (EC) y el cociente de canalización (CC) entre árboles y arbustos de distintos estratos; 2) analizar el efecto de los atributos funcionales de los individuos sobre el EC y el CC a través de correlaciones y regresiones múltiples; y 3) analizar si el tamaño de los eventos de precipitación (P) afecta la relación entre el EC y los atributos funcionales. Se midió el EC y el CC, así como 18 atributos de tamaño, estructura, corteza y hojas, en 42 individuos de especies dominantes.

Los estratos presentaron diferencias significativas tanto en el EC como en el CC ($P < 0.05$), sin embargo, la variación estuvo influida por el tamaño de los eventos de P. El EC estuvo determinado en mayor medida por los atributos de tamaño, destacando área basal y área de copa; esta relación se fortaleció conforme aumentó el tamaño de los eventos de P. El CC tuvo mayor relación con el cociente área de copa/área basal. Los atributos de corteza presentaron un efecto importante en el CC en eventos con $P < 15$ mm. Modelos de regresión múltiple con dos a tres variables explicaron entre 43 y 81 % de la variación del EC y entre 68 y 72 % del CC, dependiendo del tamaño de los eventos de P. Los atributos funcionales definen en gran medida el EC a nivel de individuo, pero esta relación está mediada por el tamaño de los eventos de P.

Estimación de contenido y captura potencial de carbono en diferentes coberturas vegetales en Coatzacoalcos, Veracruz, México

Estimation of content and potential carbon capture in different vegetation covers in Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico

Luis Enrique Ortega-Treviño^{1,2*}, José Antonio Benjamín Ordóñez-Díaz^{1,2,3,4}, Anabell Munguia-Barcenas^{1,2}, Adolfo Galicia-Naranjo¹, Karla Cruz-Torres⁵, Verónica Reyro-Hernández², Erik Eliezer Velarde-Meza¹, Carlos Mallén-Rivera⁶

1 Servicios Ambientales y Cambio Climático, SACC A.C.

2 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

3 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México (ITESM-CCM). Grupo de Energía y Cambio Climático.

4 The Climate Reality Project.

5 Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

6 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria para la Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (INIFAP, CENID-COMEF).

* Autor para correspondencia; leot_lito@ciencias.unam.mx

Se realizó una clasificación supervisada de cuatro imágenes de satélite para delimitar diferentes tipos de vegetación; reportando una superficie de 98.712 ha representadas por seis tipos de cobertura vegetal: selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria (32 %), selva mediana subperennifolia abierta (22 %), pastizal (23 %), pastizal con arbustos (4 %), suelo desnudo (16 %) y vegetación arbustiva (3 %). Se determinó la superficie ocupada por cada una de las clases y se generó el mapa base para dar paso al establecimiento de los sitios de muestreo anidado jerárquico estratificado y distribución sistemática. Se muestrearon 17 transectos de 50x10m dentro de estos tipos de cobertura, se identificaron 3,685 individuos de 67 especies, agrupadas en 30 familias de plantas (árboles, arbustos y herbáceas); que corresponden a la vegetación de tipo arbórea, resaltando las familias *Fabaceae* y *Malvaceae*. Para

cada una de las especies registradas, se estimó el volumen expresado en m³, se identificó su densidad expresada en g/cm³, se determinó la biomasa, el contenido de carbono almacenado y se estimó la captura potencial de CO_{2e} por tipo de cobertura vegetal expresado en tCO_{2e} año⁻¹. Los resultados de la estimación del contenido de carbono y captura potencial por tipo de cobertura vegetal fueron los siguientes: el área del proyecto tiene un almacenamiento potencial de carbono de 7,190.91 tC para todas las coberturas vegetales y un potencial de captura de 368.45 tCO_{2e} año⁻¹ en toda el área del proyecto. La importancia de identificar los potenciales de las diferentes coberturas vegetales radica en que se puede dirigir una restauración con especies propias a corto, mediano y largo plazo a fin de incentivar la captura de carbono y la recuperación del entorno.

Palabras clave: Coatzacoalcos, selva, coberturas vegetales, captura de carbono.

Contenido y captura de carbono en plantación de *Pinus patula* Schl. et Cham., en el ejido Rancho Nuevo Nanacamila, Zacatlán de las Manzanas, Puebla, México

Carbon content and sequestration in *Pinus patula* Schl. et Cham. plantation, in the ejido Rancho Nuevo Nanacamila, Zacatlan de las Manzanas, Puebla, Mexico

María Fernanda Murillo Alfaro¹, José Antonio Benjamín Ordóñez Díaz^{1,2,3,4*}, Cecilia Nieto de Pascual-Pola^{1,5}, Luis Enrique Ortega Treviño^{1,2}, Anabell Munguia Barcenás^{1,2}, Adolfo Galicia Naranjo², Erik Eliezer Velarde Meza²

1 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 2 Servicios Ambientales y Cambio Climático, SACC A.C. 3 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México (ITESM-CCM). Grupo de Energía y Cambio Climático. 4 The Climate Reality Project 5 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria para la Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (INIFAP, CENID-COMEF).

* Autor para correspondencia: jabordonez@ciencias.unam.mx.

El cambio climático es una serie de alteraciones al planeta que son debidas por el aumento en la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero (GEI), mayormente el bióxido de carbono (CO₂), generados principalmente por actividad humana. Los bosques absorben aproximadamente 30 % de todas las emisiones de CO₂ en un año y que, al ser manejados, fijan cantidades altas de CO₂ en función de la edad del rodal, calidad de sitio, composición de especies, densidad, tratamiento silvícola, así como condiciones climáticas, edáficas y topográficas. Es así que las plantaciones forestales representan una de las principales alternativas de mitigación ante el cambio climático a través del almacenamiento de carbono en la biomasa y el suelo. Se realizó una visita al ejido Rancho Nuevo Nanacamila en el municipio Zacatlán de las Manzanas, Puebla, con la finalidad de determinar cinco parcelas de monitoreo de crecimiento de *Pinus patula* en la plantación bajo el

tratamiento silvícola "corta de liberación". Se establecieron parcelas cuadradas de 33X33 m y se realizó un estudio previo de verificación de distancias entre árboles en campo, obteniendo un tamaño de muestra del 30 % de la población total. La selección de los árboles fue a través de un muestreo aleatorio simple, permitiendo que cada posible muestra y elemento de la población tenga igual probabilidad de ser seleccionada, asimismo, se utilizaron ecuaciones alométricas para conocer el volumen ganado durante su crecimiento, y se estimó la biomasa aérea para calcular el contenido de carbono presente. Al comparar los resultados del presente estudio con los obtenidos por Díaz-Franco *et al.* (2007) y Castellanos (1993), se encontró que las estimaciones de biomasa son muy parecidas a las calculadas por Díaz-Franco *et al.* (2007) para el rango de 5 a 10 cm de DN, pero se encuentran por debajo del valor calculado por Castellanos (1993).

Palabras clave: Ejido Rancho Nuevo Nanacamila, captura de carbono, Zacatlán de las Manzanas, cambio climático.

Respuesta de los anillos de crecimiento de *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl. a variables climáticas y a fenómenos de circulación atmosférica

Response of growth rings of *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl. to climatic variables and atmospheric circulation phenomena

Edgar Jesús Ortega-Arroyo^{1*}, Javier Jiménez-Pérez¹, José Villanueva-Díaz², José Israel Yerena-Yamalle¹, Fátima del Carmen Acevedo-Benítez¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, km 145, carretera nacional 85, c.p. 67700, Linares, Nuevo León, México.

2 Laboratorio de Dendrocronología, INIFAP CENID-RASPA, km 6.5. Margen derecha del canal de sacramento, c.p. 35140, Gómez Palacio, Durango, México.

* Autor para correspondencia: ortega.uanl@gmail.com

Los estudios dendrocronológicos en México se centran principalmente en las coníferas y poco se ha realizado en latifoliadas lo cual se explica por qué en las coníferas los anillos de crecimiento son más visibles, y se diferencian con claridad las bandas de crecimiento anual de la madera tardía y temprana. Por lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron conocer la respuesta de *Quercus sideroxyla* a las variables climáticas, y determinar con base en parámetros dendrocronológicos, el potencial dendrocronológico de la especie. Para ello se aplicaron técnicas dendrocronológicas tradicionales y con el paquete dplR del software R, se desarrolló una serie de tiempo de 1948 a 2019 y se hicieron comparaciones entre la cronología de anillo total y las variables climáticas, así como con

índices de fenómenos de circulación océano-atmósfera (ENSO, PDO y AMO) mediante el software Dendroclim2002. Los resultados muestran que la especie responde a la precipitación invierno-primavera (diciembre del año previo a junio del año actual) y a la temperatura de diciembre del año actual de crecimiento. La correlación con ENSO fue negativa ($r = -0.46$, $p < 0.01$), con PDO fue positiva ($r = 0.38$, $p < 0.01$), y con AMO no significativa ($r = 0.09$, $p > 0.05$). La especie en estudio debido a su amplia distribución en México ofrece la posibilidad de desarrollar una amplia red dendrocronológica que permita analizar el clima en sitios donde otras especies con potencial dendroclimático no existan. Lo anterior, permitirá analizar con más detalle la variabilidad interanual y multianual del clima y sus tendencias en el tiempo.

Índice de déficit hídrico en bosques templados de Durango, México a partir de imágenes Landsat-8

Water deficit index in temperate forests of Durango, Mexico from Landsat-8 images

Marcela Rosas-Chavoya¹, Pablito Marcelo López-Serrano^{2*}

1 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango 34239, México.

2 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango 34239, México.

* Autor para correspondencia: pmslopez@gmail.com

Los bosques templados de Durango son considerados la reserva forestal más importante a nivel nacional, además poseen una alta diversidad y endemismo. Por lo que el monitoreo de estos bosques resulta muy importante. Mediante imágenes satelitales es posible la estimación de algunos parámetros abióticos, como temperatura y estrés hídrico. El índice de déficit hídrico (IDH) provee información sobre el estado hídrico y energético de la superficie, combinando la información de temperatura superficial (TS) e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el IDH en cinco años (2015-2020) en bosques templados

del estado de Durango. Se utilizaron imágenes Landsat-8 pertenecientes a bosques templados de la UMAFOR 1001 del mes de febrero de los años estudiados para estimar TS y NDVI los cuales fueron el punto de partida para estimar IDH. Los valores de IDH fueron mayores en el año 2019 (promedio=0.84), mientras que el año 2018 (promedio =0.70) mostró menor IDH. Los valores de IDH fluctúan de 0 a 1, en donde 1 representa mayor déficit hídrico, es decir condiciones térmicas más extremas con poca disponibilidad de humedad. La información de IDH podría ayudar a analizar con otro enfoque las afectaciones del cambio climático en los bosques del estado de Durango.

Cuantificación de las emisiones de gases efecto invernadero producto de incendios forestales utilizando métodos indirectos

Quantification of greenhouse gas emissions from forest fires using indirect methods

Karla Estrella Díaz-García^{1*}, Eduardo Javier Treviño-Garza¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, José Israel López-Martínez¹, Eva Reyna Esmeralda Díaz-García¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Departamento Agroforestal, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: karladg7@hotmail.com

Los incendios forestales son un elemento fundamental para la renovación de los ecosistemas; su estudio es diverso desde su origen y su comportamiento hasta las afectaciones en el ecosistema, sin embargo, es importante considerar que la combustión de la biomasa libera a la atmósfera gases de efecto invernadero, que podrían tener una incidencia en la modificación de los patrones climáticos actuales. Debido a esto, la presente investigación propone la cuantificación de los gases efecto invernadero (GEI) en el municipio de General Zaragoza, Nuevo León en el periodo de 2008-2018. Se utilizó la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), además se determinaron dos índices basados en el procesamiento de imágenes de satélite: el índice de vegetación normalizado (NDVI) para evaluar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación y el índice normalizado de áreas incendiadas

(NBR) para detectar las áreas afectadas y la severidad de incendio. El número de incendios detectados fue de 43 y afectaron una superficie de 3,687.1 ha; las emisiones de gases efecto invernadero en el periodo evaluado totalizaron 290,132.83 Mg. Los años con mayores emisiones fueron los de mayor superficie afectada y el año 2011 fue el que presentó mayores emisiones. Los tipos de vegetación que más se afectaron fueron el bosque de encino-pino y bosque de encino. Se concluye que existen diferencias en la cantidad de emisiones en relación a los tipos de cobertura vegetal afectados. El gas de efecto invernadero que más aporta a los incendios es el dióxido de carbono CO₂ y el que menos emite son los óxidos nitrosos N₂O. La generación de este tipo de información ayuda a la toma de decisiones para la generación de medidas de mitigación, prevención y combate de incendios forestales.

Efecto del clima sobre el crecimiento radial de los árboles de *Pinus hartwegii* Lindl., establecidos en los límites del gradiente de su distribución natural en el centro de México

Climate effect on the radial growth of *Pinus hartwegii* Lindl. trees established at the limits of the natural distribution gradient in central Mexico

Carrillo-Arizmendi L.¹, Pérez-Suárez M.^{1*}, Vargas-Hernández J.J.², Rozenberg P.³, Martínez-Campos A.R.¹

1 Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, 50200. Estado de México, México.

2 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, 56230. Texcoco, Estado de México, México.

3 UMR 0588 BIOFORA, INRAE Val de Loire, 2163 Avenue de la Pomme de Pin, 45075 Cedex 2, Orléans, Francia.

* Autor para correspondencia: mperezs@uaemex.mx

Las coníferas de alta montaña establecidas en los límites de su gradiente altitudinal son consideradas las más vulnerables al cambio climático ya que tienen un rendimiento individual más bajo y por tanto mayor riesgo de extinción. El objetivo del estudio fue evaluar las tendencias a largo plazo de los componentes de anchura y densidad de los anillos de *Pinus hartwegii* establecido en los límites superior e inferior de su gradiente altitudinal, en dos montañas del centro de México [La Malinche (LM) y el Nevado de Toluca (NT)] y la relación de la variación interanual de esos componentes con variables climáticas. Se recolectaron núcleos de crecimiento de 174 árboles de *P. hartwegii* en ambas montañas. Se generaron cronologías para cada componente. Se estimó el coeficiente de correlación de Pearson utilizando "ventanas de tiempo" en el año para maximizar las relaciones entre los componentes de los anillos y las variables

climáticas. Se comprobó la importancia relativa de la variación climática de baja y alta frecuencia en la variación interanual de los componentes de los anillos mediante un ANOVA. Los resultados mostraron que RW tuvo una tendencia decreciente en el límite inferior de ambas montañas, mientras que RD mostró una tendencia creciente en las elevaciones bajas y una tendencia decreciente en las elevaciones altas. Un aumento de la temperatura se relacionó con una disminución de la RW ($-45 \leq r \leq -0,31$) y un aumento de la RD ($0,41 \leq r \leq 0,48$) a baja altitud. El efecto del calentamiento global explicó más del 60 % de la variación total de la mayoría de los componentes de los anillos. Las tendencias de los componentes de los anillos indican condiciones más favorables para el crecimiento a gran altura; sin embargo, los árboles situados en el límite inferior podrían estar en riesgo debido a estrés por sequía relacionado con el efecto del calentamiento.

Anillos de crecimiento de *Pinus hartwegii* Lindl., y su relación con la elevación en el centro de México

Tree growth rings of *Pinus hartwegii* Lindl. and their relationship to elevation in central Mexico

Carrillo-Arizmendi L.¹, Pérez-Suárez M.^{1*}, Vargas-Hernández J.J.², Rozenberg P.³, Martínez-Campos A.R.¹

1 Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, 50200. Estado de México, México.

2 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, 56230. Texcoco, Estado de México, México.

3 UMR 0588 BIOFORA, INRAE Val de Loire, 2163 Avenue de la Pomme de Pin, 45075 Cedex 2, Orléans, Francia.

* Autor para correspondencia: mperezs@uaemex.mx

La formación de los anillos de crecimiento en coníferas está sujeta a diferentes factores climáticos, particularmente en aquellos árboles ubicados en los extremos de su distribución altitudinal. Conocer la relación entre la altitud y su efecto en el crecimiento es especialmente importante en el contexto del cambio climático debido a la diferenciación potencial de los cambios de temperatura. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la elevación sobre los valores medios y la estructura de correlación de los componentes de anchura y densidad de los anillos de *P. hartwegii*, y sus implicaciones en la productividad de la biomasa, en los límites superior e inferior de su gradiente altitudinal en La Malinche (LM) y el Nevado de Toluca (NT). En estos sitios, se recolectaron núcleos de crecimiento de 174 árboles maduros de *P. hartwegii*. Se evaluaron los valores medios de la anchura (RW) y la densidad de los anillos (RD) a través

de un ANOVA, lo mismo se hizo con sus componentes; esto para el periodo 1964-2016. También se realizó una correlación de Pearson para identificar las relaciones entre los componentes de los anillos. Los resultados mostraron un mayor promedio de RW (2.58 ± 0.02) y RD (0.49 ± 0.00) en la baja elevación de ambas montañas. La estructura de correlaciones de los componentes de crecimiento radial y densidad fue homogénea en ambos límites altitudinales del gradiente y consistente en ambas montañas. Lo anterior sugiere una dinámica diferente en el proceso de xilogénesis en los extremos altitudinales. Los anillos más anchos y con mayor densidad encontrados a baja altitud indican una mayor biomasa y productividad del árbol, a diferencia del límite altitudinal superior donde la menor productividad puede indicar que la temperatura aún no ha alcanzado los valores óptimos y/u otros factores de sitio limitan el crecimiento radial.

Hidrología forestal: manejo de recursos hidrológicos, caso Subcuenca RH12De I. Zapotlán, Jalisco

Forest hydrology: management of hydrological resources, sub-basin case RH12De I. Zapotlán, Jalisco

Juan Carlos David Gutiérrez-Torres^{1*}, Maximiano Bautista-Andalón², Agustín Gallegos-Rodríguez³, Efrén Hernández-Álvarez³, Carlos Manuel Guzmán-Paredes³

1 Melchor Ocampo No.5. Colonia centro, C.P. 48540, Tecolotlán, Jalisco, México.

2 Paseo de los Abetos oriente No.341-38. Colonia valle de San Isidro, C.P. 45133, Zapopan, Jalisco, México.

3 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia; david.junior.forestal@gmail.com

La Subcuenca RH12De I. Zapotlán tiene una extensión de 460 KM², pertenece a la porción sur del Estado de Jalisco. El objetivo del presente estudio es analizar las variables biofísicas que intervienen durante el ciclo hidrológico para los bosques del territorio. Con uso de cartas temáticas como: información de campo, datos de Suelos, cobertura vegetal, red hidrográfica y el Continuo de Elevación Mexicano, además del uso de Sistemas de Información Geográfica se realizó el análisis geográfico, estadístico y la caracterización temporal; posteriormente se evaluó mediante la asignación de un coeficiente para cada variable. Conforme a los resultados obtenidos los datos de campo (Dc) representan el 30.09 %, siendo el maíz de temporal el cultivo con mayor superficie con 9637.21 has. Respecto el Coeficiente Geo-edáfico

(KGE) las categorías 4 y 5, cubren el 57.29 % del territorio, que corresponden a tierras con limitaciones importantes y tiene un alto grado de vulnerabilidad física por presentarse en zonas con mayor elevación. Para el coeficiente hídrico (KH) se tiene que el 98 % de los escurrimientos fluyen sobre terrenos con poca retención y temporalidad parcial. Respecto al coeficiente forestal (KF), los bosques primarios ocupan el 79.60 % de la cobertura forestal, siendo afectados por cambio de uso de suelo, principalmente los Bosques de Pino Encino por el establecimiento de cultivos agrícolas: aguacate, maíz e invernaderos. El coeficiente de elevación (KE) tiene un 50.08 %, donde hay pendientes mayores al 58 %. Con el cruce de datos surge el modelo de "Índice hidrología forestal" (*lhf*).

Evaluación y comparativa de formulaciones de fibra de cáñamo con resistencia a la compresión en ladrillo ecológico y ladrillos artesanales

Evaluation and Comparison of Hemp Formulations with Resistance to Compression in an Ecological Brick and Artisanal Bricks

Hugo Ramírez-Aldaba¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango.

* Autor para correspondencia: h_ramirez@ujed.mx

La producción artesanal de ladrillos utiliza combustibles contaminantes y de baja calidad como lo son el carbón, llantas usadas, cenizas, aceite quemado y plásticos, los cuales emiten gases nocivos para la salud humana y adicionalmente para el medio ambiente. Entre los contaminantes emitidos podemos encontrar monóxido de carbono (CO), material particulado menor a 2.5 y 10 micrómetros (PM_{2.5} y PM₁₀), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de sulfuro (SO₂), metales pesados, dióxido de carbono (CO₂), entre otros. Por eso la importancia de encontrar nuevos materiales de construcción que permitan reducir las emisiones de estos contaminantes. El uso de productos forestales no maderables como lo es el cáñamo (*Cannabis sativa* ssp. *sativa*) representa una alternativa en los requerimientos de nuevos materiales de construcción.

El objetivo es determinar el porcentaje óptimo de fibra de cáñamo para la

resistencia a la compresión de ladrillo ecológico sin cocimiento, conocido como adobe, comparando sus propiedades físico mecánicas contra el ladrillo tradicional horneado. Las pruebas se realizaron en una prensa hidráulica PTS FMCC-200 Universal testing machine, estas consistieron en comparar la resistencia a la compresión que presentaban tanto los ladrillos ecológicos de cáñamo como los ladrillos artesanales. Los resultados obtenidos muestran que el ladrillo a base de cáñamo tiene una resistencia a la compresión de 8.38 kN/min, mientras que el ladrillo artesanal convencional tiene una resistencia a la compresión de 5.78 kN/min. Las formulaciones sometidas a evaluación para los ladrillos basados en cáñamo mostraron ser una alternativa viable para la sustitución de ladrillos artesanales y dar un nuevo uso al suelo forestal en plantaciones de recursos no maderables como alternativa para nuevos materiales de construcción.

Área basal en bosques mixtos en dos áreas naturales protegidas de Jalisco en el periodo 2005 al 2020

Basal area in mixed forests in two natural protected areas of Jalisco in the period 2005 to 2020

Consuelo Figueroa-Navarro^{1*}, Eduardo Salcedo-Pérez¹, Benedicto Vargas-Larreta², Agustín Gallegos-Rodríguez³, Martín Huerta-Martínez¹, Gregorio Ángeles-Pérez⁴

1 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

2 Instituto Tecnológico de El Salto, Facultad de Ciencias Forestales, El Salto, Durango, México

3 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

4 Colegio de Postgraduados, Programa Forestal, Campus Montecillo, Estado de México, México

* Autor para correspondencia: conniefigueroan@gmail.com

El área basal como un indicador de ocupación, es un parámetro forestal que indica una relación entre el número de individuos y su tamaño con la densidad del rodal; se modifica por la competencia, falta de manejo y disturbios naturales o antropogénicos. Si es estimado a lo largo de un periodo de tiempo permite identificar el crecimiento de un bosque. El objetivo de este trabajo fue estimar el área basal del bosque mixto en dos áreas naturales protegidas en el periodo 2005 al 2020. En campo se midió el diámetro y la altura de árboles en 69 sitios en el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Bosque La Primavera (BLP) y 46 sitios en la APFF Sierra de Quila (SQ). Dichos sitios se establecieron en 2005 y fueron remedidos en 2013 y 2020, a partir de los cuales se calculó el área basal por sitio

(400 m² y 1000 m²) y por hectárea. El área basal promedio en el BLP fue de 13.76 m² ha⁻¹ para 2005, 17.40 m² ha⁻¹ en 2013 y 16.13 m² ha⁻¹ para 2020, con un incremento promedio de 0.16 m² ha⁻¹ año⁻¹; mientras que en SQ fue de 19.54 m² ha⁻¹ en 2006, 20.91 m² ha⁻¹ en 2013 y de 23.41 m² ha⁻¹ para 2020, con un incremento de 0.29 m² ha⁻¹ año⁻¹. No se detectaron diferencias significativas entre el área basal en todos los años para ambas áreas naturales así como tampoco en el incremento promedio anual ($p = 0.06$) pero existen diferencias significativas ($p = 0.04$) al comparar entre estas APFF en el año 2020. El área basal en 2020 es mayor en SQ que en el BLP, lo cual se puede atribuir al aumento reciente en la frecuencia con la que los incendios afectan esta última.

Calidad de sitio y captura de carbono de especies de pino del bosque de la Ciudad de Uruapan, Michoacán, México

Site quality and carbon capture of pine species in the forest of the city of Uruapan, Michoacan, Mexico.

Juvenal Esquivel-Córdova^{1*}; Saúl Castro-Castañeda¹; Rosa Elena Pérez-Sánchez²; Ruy Ortiz-Rodríguez²

1 Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"- UMSNH, Uruapan, Mich., México.

2 Facultad de Químico Farmacobiología-UMSNH, Morelia, Mich., México.

* Autor para la correspondencia; juvenal.esquivel@umich.mx

El bosque de pino se ubica al norte de la ciudad de Uruapan, como zona protectora forestal vedada desde 1937, realiza funciones de alto impacto como bienes y servicios ecosistémicos que brinda, amortiguamiento y captación de agua, protección al suelo, generación de oxígeno y recreación. Es recurrente la degradación por incendios, clandestinaje, erosión, plagas y otros. Los objetivos fueron: Determinar el crecimiento y productividad de las especies de pino y Calcular el carbono almacenado y capacidad de fijación por las especies. La delimitación de áreas fue a través del Bing Maps Arial Imagery web Mapping Service 2013. Se aplicó un sistema de muestreo sistemático estratificado. Los árboles/ha se obtuvieron con la fórmula $\text{Árboles/ha/especie} = 20 * \text{No. de sitios} * \text{No. de árboles/especie}$; las Er/ha con la fórmula $\text{Er(ha)} = \text{Arb(ha)} * \text{Vol. Unitario de la especie}$; y por rodal se multiplicó el resultado por la superficie; los incrementos ICA e IMA

en m³ y % se calcularon con el método Aguilar (1983); la edad, tiempo de paso se determinaron con virutas de árboles muestreados; y la densidad de la madera mediante la fórmula $\text{Masa (gr)/volumen (m3)}$; el carbono acumulado, anual fijado y biomasa/ha, se determinaron con el procedimiento de Zamora (2007). Las especies de pino identificadas fueron 8, en 11 rodales de 144 ha, la mayor calidad de sitio la ocupan rodales con existencias volumétricas/ha de 249.322 m³, edad de 49 años, tiempo de paso de 11.3 años, ICA e IMA de 3.507 y 2.881 m³/ha respectivamente, el carbono (tC)/ha almacenado es de 24.23 y las (tC)/ha fijado/año de 0.34. Los rodales evidencian la necesidad de un sistema de manejo de bosque de protección y abrir espacios que estimulen la regeneración natural y extender los tratamientos a toda el área a fin de elevar la captura de carbono y otros servicios ambientales.

Palabras clave: servicios ecosistémicos, crecimiento y productividad, carbono almacenado, incremento corriente y medio anual y bosque de protección.

Propuesta para una evaluación integral de Pago por Servicios Ambientales en un caso de estudio de la Ciudad de México

Proposal for an integral assessment of Payment for Ecosystems Services in a Mexico City case study

Iskra Alejandra Rojo Negrete^{1*}, Daniel Kneeshaw²

1 Profesora- investigadora invitada de la Licenciatura de Estudio Socio-Territoriales, Universidad Autónoma Metropolitana- Cuajimalpa, México.

2 Profesor- investigador Department of Biological Sciences, Université du Québec à Montréal /Centre d'études de la forêt, Canada.

* Autor para correspondencia: arojon@cua.uam.mx

La gestión de los bosques y de los servicios de los ecosistemas que brindan requiere de evaluaciones integrales de los impactos ecológicos, económicos y sociales es difícil de cumplir con los requisitos interdisciplinarios y los diferentes tipos de indicadores. El Pago por Servicios Ambientales (PSA), es el instrumento económico de política pública para la conservación de los servicios ecosistémicos, que compensa económicamente por medio de la compensación monetaria y en especie. En México en los sexenios pasados, el PSA fue uno de los programas ambientales más difundidos y con más extensión y presupuesto; además, considerado como "un éxito en términos de sustentabilidad", según las autoridades federales. Así, este trabajo presenta una propuesta de metodología y evaluación integradora aplicada de un programa de PSA basado en indicadores sociales, económicos y ecológicos (evaluación integrada de efectos) a escala local en el estudio de caso en bosque periurbano (Comunidad

Ajusco, Ciudad de México). Las variables e indicadores utilizados fueron revisados y validados por expertos de México y Canadá (consultas, entrevistas en profundidad y discusiones grupales). Nuestra evaluación es también un intento de operacionalizar evaluaciones integradas del enfoque del sistema socioecológico, permite comprender e integrar indicadores de diferentes tipos. Los resultados muestran los efectos positivos (indicadores hidrológicos y ecológicos) y negativos (económicos) del PSA, así como indicadores a mejorar (forestal y social). También se visibiliza el contraste con las evaluaciones realizadas a escala nacional y en contextos no periurbanos, donde los efectos económicos tienen menor impacto. Los principales desafíos fueron las lagunas de información, el conocimiento de los expertos, las diferentes visiones disciplinarias, la integración de indicadores, el establecimiento y la comparación con los valores de referencia.

Palabras clave: indicadores sociales, económicos y ecológicos, operacionalización del marco analítico de socio-ecosistemas, suelo de conservación.

Dinámica espacio-temporal del carbono y nitrógeno en el piso forestal de un bosque bajo manejo en Zacualtipán, Hidalgo

Spatio-temporal dynamics of carbon and nitrogen in the forest floor of a managed forest in Zacualtipán, Hidalgo

Zaira Rosario Pérez-Vázquez^{1*}, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Bruno Chávez-Vergara^{2,3}, José René Váldez-Lazalde¹, Martha Elva Ramírez-Guzmán⁴

1 Colegio de Postgraduados. Postgrado en Ciencias Forestales. Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México.

2 Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo. Ciudad de México, México.

3 Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía. Ciudad de México, México.

4 Colegio de Postgraduados. Postgrado en Estadística. Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: perez.rosario@colpos.mx , zairpv@gmail.com

La dinámica de carbono (C) en el piso forestal está estrechamente relacionada con el ciclo del nitrógeno (N), la productividad forestal y la fertilidad del suelo. Generalmente una mayor disponibilidad de N favorece la descomposición y el almacenamiento de C en el suelo. Los almacenes de C y N en el piso forestal son altamente variables en espacio y tiempo, debido a fluctuaciones ambientales en el paisaje y a la influencia de prácticas silviculturales en el manejo forestal. Sin embargo, esta información sigue siendo aún poco conocida. Se evaluó el efecto de factores topográficos y bióticos sobre la distribución espacio-temporal del contenido de carbono (CC), contenido de nitrógeno (CN) y la relación C:N del piso forestal de un bosque bajo manejo, dominado por *Pinus patula*. El piso forestal se evaluó en dos capas con diferente etapa de descomposición y fue comparado entre 2013 y 2018. Las estimaciones espaciales se obtuvieron mediante el algoritmo “Random

Forest” (RF). Las variables predictoras representan la estructura espacial, topográfica y del dosel del bosque. El CC y CN incrementaron en función del grado de descomposición y exhibieron una alta dependencia espacial (~30 m). RF mostró un alto desempeño en predecir la distribución espacial del CC ($R^2 > 0.85$), del CN ($R^2 > 0.8$) y de la relación C:N ($R^2 > 0.75$). Además de la etapa de descomposición, la variabilidad espacio-temporal del CC y CN está controlada por variables asociadas al manejo forestal. En contraste, la relación C:N está controlada por variables topográficas. Las variaciones espaciales en la relación C:N sugieren un incremento en las tasas de descomposición entre 2013 y 2018. El efecto del N sobre el almacenamiento y la distribución espacial del C en el piso forestal depende de las interacciones entre la estequiometría del material orgánico y los cambios inducidos por acciones silvícolas (aclareos, cosechas, manejo de residuos).

Palabras clave: biogeoquímica, Random Forest, manejo forestal, mantillo, variabilidad espacial.

Componentes de los anillos de crecimiento en los extremos de la distribución altitudinal de *Pinus hartwegii* en el centro-oriente de México

Growth ring components at the extremes of the altitudinal distribution of *Pinus hartwegii* in central-eastern Mexico

Yareli Soto Carrasco¹, J. Jesús Vargas Hernández^{1*}, Armando Gómez Guerrero¹, Philippe Rozenberg²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado Forestal. Carretera México- Texcoco km 36.5. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

² French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE). Paris, France Department of Forest, Grassland and Freshwater Ecology.

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

El cambio climático repercute de diferente manera en el crecimiento de los bosques de montaña en los extremos altitudinales de su distribución. Comparamos el valor promedio del crecimiento radial en los últimos 60 años, incluyendo anchura y densidad del anillo (ata, dta) y sus componentes de madera temprana (aew, dew), tardía (alw, dlw), densidad mínima y máxima (dmi, dma) en los extremos altitudinales de *Pinus hartwegii* en tres montañas del Centro-Oriente de México (Cofre de Perote, Pico de Orizaba y Monte Tláloc). Se encontró un mayor crecimiento radial en el extremo inferior, incluyendo un mayor valor promedio en todos los componentes del anillo, asociado con las diferencias climáticas entre los extremos altitudinales; una menor temperatura y un menor periodo favorable de crecimiento en el extremo superior explican en gran medida el menor crecimiento radial y de sus componentes. En ambos extremos se

encontró una fuerte relación de ata con aew ($r \geq 0.95$) y alw ($r \geq 0.78$), de dta con dew ($r \geq 0.83$) y dmi ($r \geq 0.72$), así como de dew con dmi ($r \geq 0.92$) y dlw con dma ($r \geq 0.92$) en las tres montañas. Sin embargo, en el extremo superior la correlación de ata con alw fue más débil y las correlaciones negativas de ata, aew y alw con dta, dew y dmi fueron más elevadas, efecto consistente con las diferencias climáticas (menor temperatura y menor periodo de crecimiento), que reduce la importancia relativa de la madera tardía en la amplitud del anillo. El análisis de los componentes del anillo de crecimiento en los extremos altitudinales de *Pinus hartwegii* proporciona información relevante sobre la xilogénesis en respuesta a las condiciones climáticas en el gradiente altitudinal y sus repercusiones en el crecimiento radial y productividad de la especie, en el contexto del cambio climático.

Dinámica interanual de las características de los anillos de crecimiento en los extremos de la distribución altitudinal de *Pinus hartwegii* y su relación con variables climáticas

Interannual dynamics of growth ring characteristics at the extremes of the altitudinal distribution of *Pinus hartwegii* and its relationship with climatic variables

Yareli Soto Carrasco¹, J. Jesús Vargas Hernández^{1*}, Armando Gómez Guerrero¹; Philippe Rozenberg²

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado Forestal. Carretera México- Texcoco km 36.5. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

2 French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE). Paris, France Department of Forest, Grassland and Freshwater Ecology.

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

Los bosques de montaña están expuestos a diferentes fuerzas de selección en su gradiente altitudinal, y el impacto del cambio climático puede diferir en los extremos del gradiente. Comparamos la tendencia de los componentes del anillo de crecimiento [ancho total (ata) y de madera tardía (alw), densidad media (dm) y máxima (dma)] en los extremos inferior y superior de la distribución de *Pinus hartwegii* en Cofre de Perote (CP), Pico de Orizaba (PO) y Monte Tláloc (MT) durante 1960-2017 y su relación con la temperatura media anual (tma) y precipitación anual (pma). Las tendencias de las variables del anillo no fueron consistentes entre elevaciones ni montañas; en CP la tendencia fue estable en ambos extremos, con una línea casi horizontal; en PO fue generalmente negativa en el extremo inferior y positiva en el superior, contrario a MT, con tendencia positiva en el extremo inferior y generalmente negativa en el superior.

Las correlaciones con tma y pma también difirieron entre elevaciones y montañas: en el extremo inferior, ata y alw mostraron correlaciones negativas ($r \leq -0.30$) con tma en CP, no significativas en PO y positivas ($r \leq 0.50$) en MT; dm y dma mostraron correlaciones negativas con tma ($r \leq 0.50$) en CP y PO, y positivas en MT ($r \geq 0.40$); en el extremo superior ata, alw y dm solo tuvieron correlación significativa con tma en MT ($r \geq 0.60$), y dma presentó correlación negativa con tma en CP y MT ($r \leq -0.30$) y no significativa en PO. En MT las variables del anillo se relacionaron negativamente con pma en los dos extremos ($r \leq -0.40$), excepto ata y dma en el superior ($r \geq 0.50$). Ata y dma fueron más sensibles a la temperatura en las tres montañas, principal factor limitante del crecimiento radial; sin embargo, los resultados en MT indican que existen otros factores que modifican el efecto de tma y pma.

Modelado espacial del nicho ecológico de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en México, bajo escenarios de cambio climático

Spatial modeling of the ecological niche of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco in Mexico under climate change scenarios

Aldo Rafael Martínez-Sifuentes^{1*}, José Antonio Hernández-Herrera², Luis Manuel Valenzuela-Núñez³, Edwin Amir Briceño-Contreras⁴, Argel Gastelum-Arelláñez⁵

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango, México.

2 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Saltillo, Saltillo, Coahuila, México.

3 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México.

4 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.

5 CONACYT-Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, León, Guanajuato, México.

* Autor para correspondencia: im_aldo09@hotmail.com

Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco es una especie abundante y de suma importancia en el oeste de EE.UU. y Canadá, sin embargo, en México es escaso y se ha incluido como especie bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2019, lo cual, prohíbe su aprovechamiento comercial. El objetivo del presente estudio fue modelar la idoneidad de hábitat de *Pseudotsuga menziesii* para el clima actual y a futuro con el modelo CNRM-CM6 con dos escenarios de cambio climático (SSP245 y 585), al horizonte 2090. Se descargaron 126 registros de presencia de la especie a nivel nacional, así como 19 variables bioclimáticas y de topografía a una resolución espacial de 2.5 minutos. Las variables se depuraron para trabajar únicamente con 6 de clima y dos topográficas. Se modeló el área de nicho a través del software MaxEnt y se estimó la superficie actual y futura

de los dos escenarios del modelo. Para determinar el efecto del cambio climático se sustrajo la superficie bajo el escenario del clima actual. Se estimó una superficie de nicho ecológico de *Pseudotsuga menziesii* de 31,580.95 km² para el clima actual, y para futuro 5,199.82 y 913.73 km², para los escenarios SSP245 y 585, respectivamente. El efecto que tendrá el cambio climático en la idoneidad de hábitat de la especie será una reducción de 26,381.13 y 30,667.22 km², para cada escenario, lo que representa que permanecerá el 16.46 y 2.89 %, respectivamente. El modelado del clima actual y futuro de la idoneidad de hábitat de *Pseudotsuga menziesii* permite estimar la superficie que pudiera ocupar la especie, así como delimitar zonas para conservación y restauración *in situ* ante condiciones de cambio climático.

Palabras clave: cambio climático, nicho ecológico, *Pseudotsuga menziesii*, escenarios climáticos, MaxEnt, conservación.

Estimación del carbono orgánico en el suelo de los bosques de Durango

Estimation of organic carbon soil in the forests of Durango

Mayra Amezcua-Rojas^{1*}, Benedicto Vargas-Larreta¹, Francisco Cruz-Cobos¹, Juan Abel Nájera-Luna¹, Jorge Omar López-Martínez²

1 Instituto Tecnológico de El Salto, Tecnológico 101, La Forestal, 34942, El Salto, Durango, México.

2 Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Av. Centenario km 5.5, CP 77014, Chetumal, Quintana Roo.

* Autor para correspondencia: mayra-amezcua@hotmail.com

El carbono orgánico en el suelo (COS) es considerado un recurso natural cada vez más importante por su capacidad de capturar y retener carbono, lo cual es una alternativa para mitigar los efectos negativos del cambio climático. El objetivo del estudio fue estimar el COS de los bosques de Durango y compararlo con los resultados del INFyS. Los datos se obtuvieron de 383 sitios permanentes distribuidos en nueve regiones forestales (UMAFOR). En cada sitio se colectaron cuatro muestras de suelo a profundidades de 30 y 60 cm, muestras de hojarasca (MO) y de la capa de fermentación. La MO se secó en una estufa y se molió en un molino eléctrico. El carbono orgánico se determinó por medio de un catalizador cobalto-platino en un horno

a 900 °C. Se utilizaron los datos de COS de 29 conglomerados del INFyS. Para representar la incertidumbre se utilizaron intervalos de confianza. El COS promedio en la MO fue 8.48 Mg ha⁻¹, en el horizonte de fermentación 1.08 Mg ha⁻¹, en el suelo de 0-30 cm fue 110.62 Mg ha⁻¹ y en el suelo de 30-60 cm fue 53.44 Mg ha⁻¹. La prueba de Tukey para muestras desiguales no mostró diferencias significativas entre reservorios ($p < 0.05$). El COS total promedio fue 171.55 Mg ha⁻¹, y el intervalo de confianza a un 95 % fue de 160.54-182.57 Mg ha⁻¹; el COS promedio obtenido de los datos del INFyS fue 61.69 Mg ha⁻¹ (intervalo de 33.19-90.70 Mg ha⁻¹). El ANOVA y la prueba de Tukey ($p < 0.05$) mostraron diferencias significativas entre los resultados de este estudio y el INFyS.

La formación del ingeniero forestal en México: algunas propuestas para su actualización para responder a la problemática ambiental-global

The training of the forestry engineer in Mexico: some proposals for its updating to respond to the environmental-global problem

Jorge Antonio Torres-Pérez¹, Zazil Ha Mucui Kac García-Trujillo^{2*}, Martha Alicia Cázares-Morán², Alicia Avitia-Deras²

¹ División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México

² Instituto Tecnológico de La Zona Maya, Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México

* Autor para correspondencia: zazilgarcia@gmail.com

La formación del ingeniero forestal ha estado enfocada principalmente al manejo del bosque para producir madera. Actualmente la sociedad presenta nuevos valores de carácter ecológico. Ahora demanda del bosque un uso integral sostenible, incluyendo servicios ambientales. Demanda el suministrar aire y agua limpios, conservar la biodiversidad y responder al cambio climático, se pide que los bosques jueguen un rol fundamental de apoyo a la vida a través del sostenimiento de la salud del planeta y la calidad de la vida humana, además de proveer la producción de bienes. Esto representa un reto para la profesión forestal, por lo que se demandan nuevos perfiles educativos preparados para su atención. Esto hace ver que las actividades del profesional forestal deben cambiar y ajustarse. Los actuales estudiantes que serán los profesionales forestales en el siglo XXI tendrán que hacer frente a estas nuevas necesidades que la sociedad demanda.

¿Están preparadas las instituciones de educación superior que forman a los ingenieros forestales para responder a estas demandas? Los planes de estudio y el contenido de los cursos prácticamente no han cambiado en los últimos 15 años. Los objetivos, los planes de estudio y perfil de egreso del ingeniero forestal muestran deficiencias con relación a los retos ambientales. Se presentan avances de la investigación sobre la educación forestal, hasta el momento se tienen resultados de 24 instituciones de un total de 35 en el país. En este informe se examina el enfoque actual de la educación del ingeniero forestal, cuestionando si los planes de estudio responden a las necesidades actuales de la sociedad, si tienen incorporadas las materias que proporcionan los conocimientos para responder a los cambios que la sociedad demanda de los recursos forestales. A partir de este análisis se hacen propuestas para orientar los cambios en la formación del ingeniero forestal del siglo XXI.

Estimación del carbono almacenado del arbolado urbano de Guadalajara, Jalisco, México, mediante modelos biométricos

Stored carbon estimate in the urban trees of Guadalajara, Jalisco, through biometrics models

Raúl Jáuregui Rodríguez^{1*}, Agustín Gallegos-Rodríguez², Juan Luis Sube Ramírez³, Arquímedes Alfredo Godo González³, Efrén Hernández-Álvarez², Carlos M. Guzmán-Paredes², Vincenzo Bertolini⁴

1 Tesista del Departamento de Producción Forestal del CUCBA de la U de G, Zapopan, Jalisco

2 Departamento de Producción Forestal del CUCBA de la U de G

3 Dirección de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Zapopan. Zapopan, Jalisco

4 El Colegio de la Frontera Sur, unidad Tapachula, carretera antiguo aeropuerto Km 2.5, Tapachula, Edo. Chiapas, CP 30700, México

* Autor para correspondencia::rulasayahuasca@gmail.com

El arbolado urbano tiene un papel muy importante, ya que genera gran cantidad de servicios ambientales como; regulador de temperaturas, captura de dióxido carbono y otros contaminantes nocivos para la salud, la captación de agua, la disminución de ruido y entre otras. Por ello, se ha convertido en un tema de vital importancia para todas las grandes metrópolis. Por ende, el presente estudio tuvo como objetivo probar 3 modelos biométricos: Torres y Guevara 2002, Minam 2015 y Mercadet 2009, para estimar el carbono almacenado por los árboles. Los datos dasométricos se tomaron de un

censo forestal, de una de las zonas con mayor concurrencia vehicular de la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Los resultados del censo reportaron 33 familias, 89 especies y 3,325 árboles. El modelo biométrico que reportó mayor captura de carbono fue Minam como 679.06 toneladas, seguido de Torres y Guevara con 518.35 toneladas y por último Mercadet con 367.37 toneladas. Se aplicó la prueba de Tukey, resultando que los tres modelos no presentan diferencias significativas. Se puede concluir que para inventarios de carbono en zonas urbanas se recomienda utilizar el modelo biométrico de Minam.

Efecto del aprovechamiento forestal en la formación de madera en árboles remanentes de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.

Forest harvesting effect on wood formation in remnant trees of *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.

Fabiola Rojas-García¹, Armando Gómez-Guerrero¹, Teresa Terrazas-Salgado², Angel Endara-Agramont³, Genaro Gutiérrez-García⁴, Valentín Reyes-Hernández¹, Gregorio Ángeles-Pérez¹

1 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, C.P. 56230, Texcoco, México, México.

2 Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Tercer Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. C.P. 04510. Coyoacán, Ciudad de México, México.

3 Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México, Carretera Toluca-Ixtlahuaca km 15.5, C.P. 50295, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca de Lerdo, México, México

4 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México

* Autor para correspondencia: fabiosxto1981@gmail.com

El manejo forestal tiene la capacidad de modificar la estructura y la calidad de la madera. En este trabajo se evaluó el efecto del aprovechamiento forestal sobre la formación de madera en árboles remanentes de *Abies religiosa* en un bosque ubicado en el Eje Volcánico Transmexicano, intervenido con una intensidad de corta del 50 % de área basal en 2014. Esta evaluación se hizo a partir del análisis dendrocronológico de 80 núcleos de crecimiento provenientes de 40 árboles ubicados en 10 sitios de muestreo (1000 m²). Se empleó un análisis dendroanatómico para valorar las características de las células de la madera tardía en anillos de los árboles fechados (1986–2017). Se obtuvo una cronología de 90 años, donde el crecimiento radial se relacionó positivamente con la precipitación y se correlacionó negativamente con la

temperatura máxima. Las anchuras de anillo aumentaron 42.4 % después del aprovechamiento forestal. La microdensidad varió de 189 a 417 kg m⁻³, con un valor medio de 335 kg m⁻³. La intervención suscitó una disminución de 8.02 % en el grosor de la pared celular, y un aumento de 29.84 % en la longitud del lumen de la traqueida; además, se identificó una fila de canales traumáticos fechada en 2014, posiblemente relacionados con el estrés temporal de los árboles en el año de corta. Las modificaciones en la anatomía de la madera causaron una variación en la microdensidad de la madera, con un aumento en la densidad mínima y una disminución de la densidad máxima. Es importante conocer esta variación porque podría influir en la cuantificación volumétrica y de biomasa a nivel del rodal.

El cacaotal mexicano y su potencial resiliencia ante el cambio climático

The Mexican cacao-system and its potential resilience to the climate change

Roberto Alexander Fisher-Ortíz¹, Elda Miriam Aldasoro-Maya², Ulises Rodríguez-Robles^{3*}

1 Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, Chiapas, México.

2 Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, Chiapas, México.

3 Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Autlán de Navarro, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: ulises.rodriguez@academicos.udg.mx

El enfoque de los sistemas socioecológicos complejos y la resiliencia nos permite entender sistemas donde el ser humano y la naturaleza interactúan de forma dinámica, y cómo reaccionarán ante una perturbación. El cacaotal es un sistema agroforestal de gran importancia biocultural para el trópico mexicano. El cambio climático impacta y seguirá impactando a los diversos sistemas productivos del mundo, entre ellos al cacaotal. La vulnerabilidad del cacaotal ante la variación climática se debe a que su fisiología, productividad y plagas, dependen en gran medida de la temperatura, humedad y precipitación. Con lo anterior en mente se exploró la potencial resiliencia del cacaotal ante el cambio climático. Para ello se realizó una amplia revisión bibliográfica (275 trabajos) de diversas fuentes: revistas nacionales, bases de datos de editoriales internacionales, repositorios de tesis, bases de gobierno y buscadores especializados. La información se codificó en cinco factores potenciales

de resiliencia ante el cambio climático: Autoorganización, Autorregulación Socioecológica, Biodiversidad, Capital y Saberes. Se encontró que el cacaotal tiene una potencial gran resiliencia en su biodiversidad y autorregulación socioecológica al conservar diversos bienes y servicios ecosistémicos de gran importancia para el hogar campesino, y en sus saberes al crear sistemas diversificados y responder a problemáticas actuales. Por otro lado, tenemos dos factores no tan alentadores, la poca organización entre los diversos actores sociales que interactúan con el cacaotal y el bajo capital que se genera por la venta de cacao y la no renovación del capital humano. Como acciones para fortalecer los cacaotales ante el cambio climático se proponen dos acciones: 1) Generar sistemas agroalimentarios más justos, donde la ganancia del gran negocio del chocolate llegue también al productor, y 2) Generar una mayor organización entre los actores que permita compartir los valiosos saberes desde la horizontalidad.

Pencas de maguey (*A. salmiana* var. *salmiana*; *A. salmiana* var. *crassipina*; *A. americana*) como alternativa forrajera en zonas áridas de México

Maguay stalks (*A. salmiana* var. *salmiana*; *A. salmiana* var. *crassipina*; *A. americana*) as a forage alternative in arid zones of Mexico

Hugo A. Morales Morales^{1*}, Juan Teodomiro Frías Hernández², Bertha Alicia Rivas Lucero

1 Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua carretera Cd. Delicias - Rosales. C.P. 30000.

2 División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda el Copal, Municipio de Irapuato, Guanajuato. C.P. 36500.

* Autor para correspondencia: hmorales@uach.mx

El objetivo del presente estudio es demostrar la factibilidad agronómica del cultivo de maguey como alternativa sustentable de forraje en zonas áridas de México. El estudio se realizó en comunidades rurales del estado de Guanajuato y Chihuahua. Se muestrearon plantas de diversos periodos de crecimiento, de cinco años de edad de tres especies de agaves (*A. salmiana* var. *salmiana*; *A. salmiana* var. *crassipina*; *A. americana*) y una de 16 años (*A. mapisaga*). Se cortaron dos hojas de cada una de cuatro plantas de cada especie escogidas de manera aleatoria en una plantación de dos hectáreas sin riego ni fertilización en diferentes localidades del estado de Guanajuato y Chihuahua, con características de clima árido con temperaturas en el rango de 17 a 38 °C y precipitación anual de 250 a 514 mm. Las pencas se pesaron inmediatamente

después de ser cortadas (tres pencas por planta) para estimar el peso total en cada planta. Se fraccionó cada penca para la caracterización del perfil nutricional, como biomasa tanto en fresco como deshidratada por planta; por hectárea (considerando 2,000 plantas); por ha/año (considerando el corte del 25-30 % de las pencas/año) y se comparó con la producción de forraje de diversos cultivos anuales, semiperennes y pastos nativos perennes, tanto en condiciones de riego como de temporal. Los resultados muestran que el agave es una alternativa viable de producción de forraje en el rango de 40 a 100 ton de M.S./ha/año en clima árido al superar en rendimiento a cultivos anuales con riego y fertilización, con un costo mucho menor, lo cual representa una de las principales ventajas agronómicas por la retención de suelo, agua y captura de CO₂.

Arbolado urbano en Puerto Escondido, Oaxaca

Urban trees in Puerto Escondido, Oaxaca

Dulce María Chino^{1*}, Gricelda Valera Venegas², Juana Laura Rivera Nava³

1 Ingeniería Forestal, Universidad del Mar – Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

2 Instituto de Industrias, Universidad del Mar – Campus Puerto Escondido, Oaxaca México.

3 Instituto de Genética, Universidad del Mar – Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia; correo: dulce.chino.maria@gmail.com

El árbol urbano es un elemento fundamental en el paisaje de la ciudad, brinda diversos beneficios de orden ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y económico, culturales y simbólicos, los cuales son aprovechados de variadas formas por los pobladores locales, estos disfrutan de su presencia y lo convierten en un elemento integrante del paisaje urbano. En la ciudad, se le llama árbol urbano y no árbol ornamental, o de sombra, porque sus funciones y servicios van más allá de un papel meramente estético. Durante el año 2019 en los meses de mayo a julio, se llevó a cabo un recorrido en Puerto Escondido Oaxaca, para conocer las especies de árboles y arbustos, tanto nativas como introducidas que estuvieran dentro de la ciudad, así como también se tomaron los puntos GPS para su ubicación. Derivado del recorrido anteriormente mencionado, se realizó un listado de especies para fines de reforestación urbana en ambientes

tropicales, considerando los siguientes criterios para su selección: la especie que sea nativa o en su defecto introducida ya bien adaptada a las condiciones del lugar, su floración debe ser vistosa, frutos pequeños, raíces pivotantes. Para los árboles y arbustos seleccionados se tomaron fotografías de flores, frutos, semillas y del individuo completo. La lista está conformada por 21 especies de árboles y 7 especies de arbustos. Algunos ejemplos de las especies arbóreas consideradas son: *Tabebuia rosea* y *T. donnell-smithii*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Plumeria* sp., *Delonix regia*, *Cassia fistula* y *Swietenia humilis*; mientras que en las arbustivas están: *Murraya paniculata*, *Ixora* sp., *Bougainvillea* sp. y *Averrhoa carambola*, por mencionar algunas. De las 28 especies enlistadas, se ha recabado información que incluye descripción del árbol, de flores, frutos, semillas y corteza, así como las fotografías antes mencionadas.

Patrones de precipitación y sequía en la región de Creel-Barrancas del Cobre, Chihuahua, México

Precipitation and drought patterns in the Creel-Barrancas del Cobre region, Chihuahua, Mexico

José Miguel Carrillo-Ortega¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza^{1*}, Arián Correa Díaz², José Villanueva-Díaz³, Javier Hernández-Salas¹, Concepción Luján Álvarez¹, Aldo R. Martínez-Sifuentes³

1 Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Delicias, Chihuahua, México

2 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Manejo de Recursos Forestales (CENID-COMEF).

3 Laboratorio de Dendrocronología, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Gómez Palacio, Durango, Mexico

* Autor para correspondencia: lcastruita@uach.mx

El calentamiento global y el cambio climático representan un elemento de vulnerabilidad y amenaza para la permanencia de especies sensibles al clima como *Pseudotsuga menziesii* en los ecosistemas forestales de México. Los objetivos de la investigación fueron: a) Reconstruir los patrones de precipitación y sequía en la región de Bocoyna mediante el análisis de anillos de crecimiento anual de *Pseudotsuga menziesii*, b) Identificar los patrones de alta y baja frecuencia identificados en la serie dendrocronológica. La resolución del análisis de la cronología fue de 368 años, la intercorrelación entre series de acuerdo a COFECHA fue 0.55 ($p < 0.001$). El modelo de reconstrucción se generó con una serie de precipitación regional, se identificó que en los últimos tres y medio

siglos destacaron como patrones de precipitación (1679-1693, 1743-1752, 1790-1798, 1812-1819, 1823-1830, 1844-1852, 1866-1874, 1919-1933 y 1964-1975, 1984-1996), en tanto que los patrones de sequía se registraron en (1668-1678, 1705-1718, 1729-1740, 1752-1772, 1798-1812, 1854-1862, 1890-1896, 1908-1918, 1934-1943, 1947-1963, 1974-1982 y 1997-2011. La especie estudiada es un indicador relevante de la variabilidad hidroclimática regional en torno al fenómeno del cambio climático, y puede apoyar a la toma de decisiones actuales y futuras para el manejo, administración y suministro de los servicios ambientales hidrológicos para las comunidades Rarámuri y áreas urbanas del municipio de Bocoyna Chihuahua.

Estructura de la diversidad en aves y reptiles en la localidad de Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla

Structure of diversity in birds and reptiles in the locality of Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla

Basilio-González, R.^{1*}, Hernández-Guzmán, K.¹, Fajardo-Franco, M. L.¹, Aguilar-Tlatelpa, M.¹, Molina-Mendoza, P.¹

¹ Universidad Intercultural del Estado de Puebla, Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales, Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla, C.P. 73475

* Autor de correspondencia, rene.basilio@est.uiep.edu.mx, pedro.molina@uipe.edu.mx

La Sierra Norte de Puebla es una región importante por sus altos niveles de riqueza y biodiversidad que presenta. El objetivo del presente estudio fue identificar la estructura de diversidad de aves y reptiles, en áreas de cultivo de maíz, plantación de café y bosque, por medio de observaciones directas, captura de imagen por medio de cámara fotográfica, para su posterior identificación en guías de campo, con el propósito de comparar en cuál de los diferentes sitios de muestreo se presenta un mayor índice de diversidad de especies. Se utilizó la metodología del establecimiento de 4 transectos, estableciendo el primero en bosque, el segundo en plantación de café, el tercero en cultivo de maíz y el cuarto en una mezcla de las tres vegetaciones. Se identificaron un total de 48 especies de aves pertenecientes a 13 órdenes, 20 familias y 39 géneros. En el caso de

los reptiles se identificaron 6 especies pertenecientes a 1 orden, 4 familias y 4 géneros. El área de café presentó mayor diversidad y riqueza de especies, seguido por el bosque. Además, se visualizaron 2 especies que se encuentran sujetas a protección especial y una amenazada de acuerdo con la NOM-059, estas especies son: *Aulacorhynchus prasinus*, *Psarocolius montezuma* y *Pionus senilis*. Para el grupo de reptiles se encontró una especie: *Aspidoscelis lineattissimus* (sujeta a protección especial). Se concluye que las áreas de café tienen los mejores índices de riqueza, abundancia y diversidad de especies, esto puede deberse a que presenta mayores beneficios para su desarrollo, pero pueden no estar presentes plantas que son indispensables para sus requerimientos, pero habrá especies que les proporcionará refugio y sitios de percha.

Estructura de la comunidad de aves en sitios afectados por incendios en el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera

Bird community structure in fire affected sites in the Natural Protected Area La Primavera

Raúl Said Quintero Felix^{1*}, Ma Cruz Carrillo Rodriguez¹, Gabriel López Segoviano²

¹ Organismo Público Descentralizado Bosque La Primavera

² Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Morelia, UNAM

* Autor para correspondencia: squintero@bosquelaprimavera.com, saidfelix@gmail.com

Los incendios forman parte de diversos ecosistemas forestales en todo el mundo; sin embargo, la modificación de la dinámica del fuego puede afectar la biodiversidad. En el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera se registran incendios de forma recurrente cada año en época de estiaje. Por lo cual es necesario determinar cuál es el efecto de los incendios sobre la fauna silvestre. Tomando como ejemplo a la comunidad de las aves, nosotros evaluamos si los incendios tienen un efecto sobre la estructura de esta comunidad. Para ello se realizó un monitoreo en cuatro sitios con 20 puntos de conteo de radio variable, dos de los sitios presentaron incendios en el año 2019 y dos sitios no presentaron incendios recientemente, los muestreos se realizaron a lo largo de nueve meses.

Aunado a esto, se evaluó si la estructura de la vegetación está asociada a la riqueza y la abundancia de aves. Como resultados registramos 91 especies y 2616 individuos en sitios incendiados y 89 especies y 2386 individuos en sitios no incendiados. La diversidad de los sitios incendiados y no incendiados fue similar a lo largo de los muestreos. Los resultados indicaron que la riqueza de aves está relacionada significativamente con el número de árboles en cada punto de conteo y la abundancia de aves se encuentra relacionada con el número de árboles y los sitios incendiados. En conclusión, la estructura arbórea es la clave para mantener las poblaciones de las aves, independientemente si el sitio sufrió perturbación por incendio recientemente.

Plasticidad fenotípica de los componentes del anillo de crecimiento en los extremos del gradiente altitudinal de *Pinus hartwegii*

Phenotypic plasticity of growth ring components at the extremes of the altitudinal gradient of *Pinus hartwegii*

J. Jesús Vargas Hernández^{1*}, Yareli Soto Carrasco¹, J. Armando Gómez Guerrero¹, Philippe Rozenberg²

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Postgrado Forestal. Carretera México- Texcoco km 36.5. C. P. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

2 French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE). Paris, France Department of Forest, Grassland and Freshwater Ecology

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

La plasticidad fenotípica (PF) es un mecanismo importante que permite a los organismos ajustar sus procesos para persistir en un entorno heterogéneo y cambiante. La PF se puede cuantificar mediante las normas de reacción (NR), que representan la magnitud de cambio en una característica con respecto a un factor ambiental. Con el propósito de evaluar la importancia de la PF en la respuesta de *Pinus hartwegii* al cambio climático, se estimaron las NR de los componentes del anillo de crecimiento [ancho total (ata), ancho de madera tardía (alw), densidad total (dta) y densidad máxima (dma)] a la temperatura (tmed) y precipitación (pma), en poblaciones del extremo altitudinal inferior y superior en las montañas Cofre de Perote (CP), Pico de Orizaba (PO) y Monte Tláloc (MT). Se comparó el porcentaje de árboles con NR significativas y el valor de la pendiente de las NR para cada componente entre

extremos altitudinales y montañas. El mayor porcentaje de NR significativas de los componentes del anillo se obtuvo con tmed, 26.5 % con pendiente negativa (NR_n) y 28.5 % con pendiente positiva (NR_p). Con excepción de las NR_p para ata y NR_n para dma en MT, no hubo diferencias entre extremos altitudinales en el número de árboles con NR significativas. Se encontraron diferencias en la pendiente de las NR entre los extremos altitudinales para alguna de las variables en diferentes montañas (por ejemplo, ata en CP y alw en MT). En general, los valores de PF (NR_n y NR_p) para los componentes del anillo en los que hubo diferencias asociadas al gradiente altitudinal, fueron mayores en el extremo inferior. Los resultados indican una amplia variación individual en PF en las poblaciones de los extremos altitudinales de *Pinus hartwegii*, importante en la adaptación a la fluctuación interanual del clima en ambientes extremos.

Estimación de la densidad básica mediante el método empírico

Estimation of the basic density using the empirical method

Pablo Marroquín Morales^{1*}, Maritza Vera Camas¹, Dorian de Jesús Pimienta de la Torre¹, Jorge Reyes Reyes¹, Juan Manuel Ríos Camey²

1 Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque carretera costera y Pueblo de Huehuetán, Chiapas, México.

2 Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, Carretera Tlapa Marquelia Km. 54. La Ciénega, Malinaltepec, Guerrero, México.

* Autor para correspondencia: marroquin_34@hotmail.com

Las especies tropicales juegan un papel importante tanto en lo ecológico como en económico, las maderas tropicales contribuyen el 4.4 % de la producción maderable nacional, aunque han perdido su participación en varios segmentos del mercado, esto por la oferta insuficiente, baja calidad y débil capacidad de comercialización. La densidad es una propiedad utilizada como índice de calidad que varía ampliamente dentro de un árbol. El objetivo del estudio fue conocer la densidad básica de la madera de *Cedrela odorata* y *Tectona grandis* en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Para estimar la densidad básica de la madera de las dos especies tropicales *Cedrela odorata* y *Tectona grandis* en Huehuetán, Chiapas, México, se empleó el método empírico propuesto por Valencia y Vargas (1997), dicho método consiste en calcular el volumen, el cual se

obtuvo mediante pequeñas muestras de madera (virutas) obtenidas con el taladro de pressler a la altura del diámetro normal (1.30 m), en total de muestras fue de 40 árboles, cada especie de 20 muestras. El valor promedio de la densidad básica de la madera de *Cedrela odorata* es de 0.37 g/cm³ y *Tectona grandis* 0.59 g/cm³ de las especies forestales. El resultado de densidad de *Cedrela odorata* nos indican una madera ligera y el de la especie *Tectona grandis* nos indica una madera pesada, las dos especies forestales de este estudio son unas de las especies destacadas por su alto volumen de producción y su grado de aceptación en el mercado maderero nacional. Conocer el valor de la densidad básica nos da la idea del rendimiento y calidad de la madera, así también se utiliza para estimar el contenido de carbono.

Conservación o divergencia de nicho en pinos de la Subsección Oocarpa: *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus jaliscana* Pérez de La Rosa, *Pinus pringlei* Shaw y *Pinus tecunumanii* (Schwertfeger) Eguiluz et Perry

Niche conservatism or divergence in pines of Subsection Oocarpa: *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus jaliscana* Pérez de La Rosa, *Pinus pringlei* Shaw and *Pinus tecunumanii* (Schwertfeger) Eguiluz et Perry

Pedro Antonio Plateros-Gastelum¹, Valentín José Reyes-Hernández^{1*}, Gregorio Ángeles Pérez¹, Carlos Ramírez-Herrera¹, Enrique Ojeda-Trejo²

¹ Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco. Estado de México.

² Posgrado en Edafología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco. Estado de México.

* Autor para correspondencia; vreyes@colpos.mx

De las especies de pinos presentes en México y Centroamérica, aquellas que integran la Subsección Oocarpa, son consideradas como pinos subtropicales o mesoamericanos; este clado presenta una amplia distribución geográfica, así como climática, desde áreas templadas y secas hasta condiciones de trópico seco y húmedo. Esto implica que estas especies han logrado ocupar diversos nichos ecológicos, bajo la consideración de que la distribución de las especies es un proceso dinámico de expansión y contracción en respuesta a cambios ambientales. Por lo que identificar diferencias o similitudes en el nicho ecológico entre especies hermanas, permite una aproximación a factores ambientales que han moldeado la distribución actual, mejorar la construcción de modelos de distribución a futuro y analizar diferencias en los nichos ecológicos ocupados por especies estrechamente relacionadas. A fin de lograr lo anterior, se construyeron modelos de nicho ecológico

para cada especie a partir de variables ambientales y registros de presencia, los modelos fueron analizados mediante pruebas de divergencia y traslape de nicho en el espacio ambiental empleando la métrica de similaridad de nicho de Schoener *D*, además de incorporar un índice de truncamiento de nicho mediante el paquete "Humbolt" en R. Los resultados sugieren que los nichos ecológicos de *P. pringlei*, *P. tecunumanii* y *P. oocarpa* son equivalentes en el espacio ambiental, por lo que se puede asumir la existencia de conservadurismo de nicho; por su parte *P. jaliscana* presenta un nicho diferente en comparación con *P. tecunumanni*, *P. pringlei* y *P. oocarpa*, lo cual representa evidencia de divergencia de nicho. Lo anterior permite concluir *a priori*, de manera particular para este clado, que si bien existe traslape geográfico entre especies pueden ocupar un nicho en el espacio ambiental diferenciado, además de aceptarse la hipótesis de conservadurismo de nicho entre especies hermanas.

Desarrollo morfológico de plántulas de *Pinus hartwegii* inoculadas con hongos ectomicorrizógenos silvestres

Morphological development of *Pinus hartwegii* seedlings inoculated with wild ectomycorrhizal fungi

Griselda Chávez-Aguilar¹, Odilón Gayosso-Barragán¹, Carlos Alberto Aguirre-Gutierrez¹, Gabriela Rodríguez-Gómez Tagle², Tania Álvarez-Sovera³, Cristina Burrola-Aguilar³

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, Ojuelos de Jalisco, Jalisco, México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrado Forestal, Texcoco, Estado de México, México.

3 Universidad Autónoma del Estado de México, Centro de Investigación en Recursos Bióticos, Toluca, Estado de México, México.

Los bosques de *Pinus hartwegii* albergan diversas especies fúngicas con alto valor económico y ecológico; sin embargo, se desconocen las interacciones hongo-planta que favorecen el desarrollo morfológico de la planta. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características morfológicas de plántulas de *P. hartwegii* inoculadas con hongos ectomicorrizógenos (HECM) bajo condiciones de invernadero, con la finalidad de conocer el efecto de la inoculación con HECM sobre el desarrollo de esta especie forestal. Las plántulas fueron inoculadas a los 4 y 8 meses de edad con esporas en solución de *Russula brevipes*, *Russula emetica* y *Lactarius deliciosus*. A los 18 meses de edad fueron evaluadas las plántulas. Las variables dasométricas medidas fueron: altura, diámetro del tallo y área de copa. La biomasa vegetal en tres componentes estructurales de las plántulas (tallo, follaje y raíz) fue obtenida a través del peso seco. Adicionalmente, fue medida la concentración de clorofilas

(α y β) y carotenos y; la tasa de mortalidad (en base a la fórmula de Trigueros et al. 2009). La arquitectura de las raíces (número y longitud de raíces) se midió con el programa EZ-Rhizo. Los resultados mostraron diferencias ($p=0.05$) entre los tratamientos fúngicos para las variables dasométricas. La biomasa vegetal no presentó diferencias entre tratamientos fúngicos. La correlación entre las variables directas (diámetro, altura, copa) e indirectas (tallo, follaje, raíz) mostró relación fuerte entre diámetro y tallo ($r^2=0.97$) y follaje ($r^2=0.96$). Las clorofilas y carotenos no presentaron relación significativa entre los tratamientos fúngicos. Por su parte, la tasa anual de mortalidad fue significativamente alta (80 %) en plántulas inoculados con *P. tinctorius* y *R. brevipes*. Las raíces mostraron longitudes de hasta 393 cm. Los HECM silvestres son eficientes para el desarrollo de *P. hartwegii*, con mayor eficiencia en asociación con especies fúngicas como *R. emetica* y *L. deliciosus*.

Palabras clave: hongos micorrízicos comestibles, inóculo esporico, bosques templados.

Un análisis del clima diario en dos bosques de alta montaña en México

An analysis of the daily weather in two high-elevation forests in Mexico

Arian Correa-Díaz¹, Armando Gómez-Guerrero^{2*}, Efraín Velasco-Bautista¹, Carlos Ramírez-Herrera²

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (COMEF – INIFAP) Coyoacán, Ciudad de México, México.

² Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México

* Autor para correspondencia: agomezg@colpos.mx

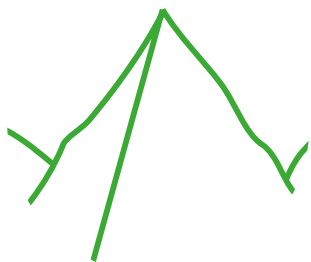
Los bosques de alta montaña (BAM) en México son vulnerables al cambio climático debido a su inherente relación con la temperatura, afectando su fisiología, crecimiento y distribución. Sin embargo, la disponibilidad de información climática en los BAM es a menudo nula, lo cual la investigación ecológica en estos ecosistemas. El objetivo fue evaluar el comportamiento diario y el efecto de la topografía, en la temperatura y humedad relativa en dos BAM del centro de México (Monte Tláloc – TLA y Jocotitlán – JOC, Estado de México) mediante el análisis de información climática *in situ*. En cada bosque, se colocaron 4 dataloggers en diferentes elevaciones (3500-3900 msnm para TLA, y 3700-3800 para JOC) con diferentes exposiciones (Noroeste y Suroeste). Durante cinco años, con dataloggers se registró temperatura y humedad relativa cada 4 horas con una precisión de ± 0.21 °C y ± 0.25 %, respectivamente. El efecto de elevación y exposición fue evaluado con modelos lineares mixtos incluyendo un efecto de

anidamiento de exposición en elevación como factor aleatorio. A nivel montaña, TLA presentó una temperatura media anual de 7.56 ± 0.03 °C mientras JOC 6.98 ± 0.02 °C, con diferencia significativa entre montañas ($p = 0.01$). Para humedad relativa, JOC presentó valores más altos que TLA (70.93 vs 69.21 %, respectivamente, $p = 0.04$). Notablemente, el diferencial de temperatura (máxima – mínima) fue mayor en las partes altas con una variación de -4.8 a 35 °C en noviembre. Los modelos lineares mixtos mostraron un efecto de elevación en la temperatura ($p = 0.02$) mientras que la exposición no fue significativa ($p = 0.08$). Para la humedad relativa, la exposición fue significativa ($p = 0.01$) pero no la elevación ($p = 0.52$) fueron significativos. En general, las combinaciones de exposiciones y elevación de JOC fueron mayores que las de TLA. Lo anterior muestra la importancia de contar con información climática para el monitoreo de los bosques en el contexto de cambio climático.



CAPÍTULO XII

Silvicultura y Manejo Forestal Sustentable



Se presentaron 44 trabajos de los cuales, 11 correspondieron a posters y 33 presentaciones orales. Por tipo de ecosistema; 35 fueron para bosques; 6 para selva y 3 para vegetación de zonas áridas. La mayoría de las contribuciones se enfocaron a la producción maderable y unos cuantos a productos no maderables.

Respecto a las áreas de conocimiento que se enfocaron los trabajos, sobresalieron los temas sobre modelación de funciones de producción (modelos de crecimiento y rendimiento) con alrededor del 22%; enfocados al análisis de densidades, los efectos de tratamientos sobre el crecimiento y desarrollo del arbolado, enfatizando en las primeras etapas de crecimiento, con la aplicación de tratamientos de aclareo. También los trabajos sobre análisis de estructuras de los bosques con 20%, enfatizando en la importancia de conocer la influencia de la estructura horizontal y vertical, además de la mezcla de especies y la aplicación de indicadores ecológicos.

Sobre aspectos de respuesta a la aplicación de tratamientos silvícolas, en predios bajo manejo, sobresalió aspectos como la evacuación de regeneración natural, evaluación de intensidades de corta y su respuesta a indicadores ecológicos; la incorporación de aspectos microeconómicos en el manejo y aprovechamiento maderable, así como el análisis de la respuesta del manejo forestal por varias décadas y la aplicación y seguimiento de programas de manejo. Se presentó un sistema novedoso para el manejo de selvas.

Sobre aspectos de servicios ambientales y la silvicultura, se abordaron temas sobre el efecto de las intensidades de corta en el ciclo de carbono, así como los beneficios de las obras de conservación en la mejora del paisaje.

Y sin duda uno de los temas que en los últimos años ha cobrado mayor relevancia en la planeación del manejo forestal, es el uso de la teledetección, imágenes de satélite y uso de drones. Se presentaron trabajos sobre el uso de imágenes satelitales para evaluar biomasa, estimar área basal y volumen, además de la clasificación de la vegetación y distribución espacial de especies.

MC. Antonio Mora Santacruz

Diversidad, estructura y composición florística de bosques templados del sur de Nuevo León

Diversity, structure and floristic composition of temperate forests of southern Nuevo León state

Gyorgy Eduardo Manzanilla Quijada¹, José Manuel Mata Balderas^{1*}, Eduardo Javier Treviño Garza¹, Óscar Alberto Aguirre Calderón¹, Eduardo Alanís Rodríguez¹, José Israel Yerena Yamalle¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: JMATAB@uanl.edu.mx

El presente trabajo describe y compara la diversidad, estructura y composición de la vegetación en cuatro sitios de bosques templados del sur del estado de Nuevo León, mediante indicadores ecológicos y variables dasométricas. Se midieron cuatro sitios de 2 500 m², en los que se registró la altura (h), diámetro ($d_{1.30} \geq 7.5$ cm) y cobertura de copa (d_{copa}). Se evaluó la diversidad beta mediante un modelo de similitud de *Bray-Curtis*. Se estimaron los índices de diversidad [*Shannon-Weaver* (H') y *Simpson* (D)] y riqueza [*Margalef* (DM_g) y *Menhinick* (D_{Mn})], así como la estructura horizontal [Índice de Valor de Importancia (IVI)] y la estructura vertical (índice A de *Pretzsch*). Se empleó la función *Weibull* para crear un histograma de distribuciones diamétricas. Se identificaron 10 especies,

distribuidas en cuatro familias, de las cuales *Fagaceae* representó la mayor riqueza. El S4 es el más diverso con siete taxones. En el S1 *Pinus teocote* registró el valor de importancia más alto, $IVI=50.64$; seguido de *Quercus mexicana* en el S2, $IVI=48.61$; y S3 $IVI=35.78$. En relación a los índices, el S4 registró valores superiores en $H'=1.686$, $D=0.796$, $DM_g=1.207$, a diferencia de $D_{Mn}=0.586$ en el S3. En S4 se calculó un $A=1.69$, con una $A_{max}=3.04$. Las relaciones de similitud indicaron que los S2 y S3 revisten la similitud más alta (48.03 %). Los resultados obtenidos en este trabajo sirven como una referencia de los cambios que experimentan los bosques en estas áreas de interés, y para que a través del tiempo aplicar el manejo forestal más conveniente.

Manejo forestal intensivo para acelerar el crecimiento de rodales de *Pinus patula*

Intensive forest management to accelerate the growth of *Pinus patula* stands

Adan Nava-Nava^{1*}, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Wenceslao Santiago-García², Héctor M. de los Santos-Posadas¹, J. René Valdez-Lazalde¹, Gerónimo Quiñonez-Barraza³

1 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

2 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

3 Campo Experimental Valle del Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Durango, Durango, México.

* Autor para correspondencia: adan.nava@colpos.mx

Los aclareos modifican la estructura del rodal y permiten controlar la densidad para redistribuir el potencial del crecimiento en los árboles que quedan en pie después de la corta. La evaluación de los tratamientos silvícolas es importante para la aplicación correcta de un régimen de aclareos. El objetivo de la investigación fue ajustar un sistema de crecimiento y rendimiento maderable (SCRM) para rodales con aclareo de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. La base de datos que se utilizó para el análisis proviene de seis mediciones de 66 parcelas permanentes de muestreo de 400 m² realizadas de 2015 a 2020. Se ajustaron ecuaciones con las principales variables de estado del rodal: edad promedio, altura dominante promedio, diámetro normal promedio, área basal por hectárea, volumen total por hectárea y

número de árboles por hectárea. El ajuste de las ecuaciones se realizó de manera simultánea con el método de máxima verosimilitud con información completa (FIML) en el procedimiento MODEL del software SAS®. Los resultados de bondad de ajuste ayudaron a seleccionar las ecuaciones mejores para reconstruir la dinámica del rodal y medir cuantitativamente los efectos del aclareo al final de turno. Del SCRM construido se deriva la recomendación de aplicar intensidades de aclareo del 30-40 % (área basal removida) a edades tempranas (<20 años) para un mejor desarrollo de los árboles en pie (mayor diámetro). Esta información representa una herramienta silvícola importante para la planeación del manejo y obtener productos de buena calidad en la cosecha final.

Palabras clave: sistema de crecimiento y rendimiento, parcelas permanentes de muestreo, sistema de ecuaciones, intensidad de corta, tratamientos silvícolas, dinámica del rodal.

Análisis de redes complejas para la zonificación productiva de bosques bajo aprovechamiento

Complex network analysis for productive zoning in managed forests

Elizabeth Serrano-Ramírez^{1*}, José René Valdez-Lazalde¹, Héctor Manuel de los Santos-Posadas¹, Roman Anselmo Mora-Gutiérrez², Gregorio Ángeles-Pérez¹

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, México, México.

² Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: serrano.elizabeth@colpos.mx

La recopilación constante de información sobre la distribución, composición y estructura de los bosques bajo manejo genera bases de datos voluminosas y diversas en el tipo de datos. Su análisis representa un reto importante cuando se utilizan técnicas descriptivas tradicionales. El enfoque de redes complejas, basado en la teoría de redes, hace posible el procesamiento de bases de datos de gran magnitud, permitiendo en este caso, identificar las características del bosque que describen su condición actual y los patrones de distribución de las mismas para sugerir una zonificación productiva. El objetivo del presente estudio consistió en identificar, a través del enfoque de redes complejas, los patrones de distribución de grupos de rodales con condiciones geográficas, biológicas y productivas similares, dentro de un predio forestal bajo manejo forestal maderable; mismos que sirvieron para sugerir diferentes potenciales productivos del bosque: conservación de biodiversidad, captura

de carbono y áreas de aprovechamiento forestal con diferentes intensidades de corta (selectiva e intensiva). Se emplearon las métricas de segregación *clustering*, *triángulos* y *modularidad* para clasificar un total de 1827 rodales (29,250.58 ha) en las zonas productivas propuestas, considerando las propiedades del bosque representadas en cinco redes complejas, donde cada red consideró datos topográficos, dasométricos, productivos, de productividad y diversidad por rodal. Las métricas *clustering* y *modularidad* mostraron una gran capacidad para identificar rodales afines, dependiendo de la información considerada en cada red compleja; así como para sugerir diferentes esquemas de zonificación considerando los potenciales productivos propuestos. Por tanto, se concluye que la metodología planteada genera una técnica eficiente e innovadora para la clasificación de rodales, contribuyendo al reconocimiento de la multifuncionalidad productiva en el aprovechamiento sostenible de bosques.

Existencias de carbono y nitrógeno en un Umbrisol bajo manejo forestal en Durango, México

Carbon and nitrogen stocks in an Umbrisol under forest management in Durango, Mexico

Erik Orlando Luna-Robles^{1*}, Israel Cantu-Silva¹, Silvia Janeth Bejar-Pulido¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: eranroka@hotmail.com

Las actividades ligadas al manejo forestal pueden influir de manera positiva o negativa sobre las propiedades y servicios ecosistémicos del recurso suelo, a través de cambios en la vegetación y microclima. Particularmente, la remoción de biomasa altera los ciclos del carbono y nitrógeno, indicadores importantes de la salud del suelo. Por lo anterior, se estudió el efecto de tres cortas de regeneración (Matarrasa, Árboles Padre y Selección) sobre el contenido de Carbono (%), Nitrógeno (% y Mg ha^{-1}) y la relación C/N de un Umbrisol a dos profundidades, comparándose con un área regenerada post incendio y un rodal testigo, en bosques de Durango, México. La prueba de Kruskal-Wallis evidenció diferencias significativas de las variables entre los rodales silvícolas en ambas profundidades ($p \leq 0.05$), pudiendo estar relacionado con cambios en los contenidos de materia orgánica del suelo. Específicamente, en la profundidad de 0-20 cm el nitrógeno osciló entre 0.28 y 0.46 %, siendo los rodales de Árboles

Padre y Selección los de mayor y menor contenido, respectivamente. Para la profundidad 20-40 cm fluctuó entre 0.11 % (Referencia) y 0.27 % (Matarrasa). En general, los resultados del contenido de nitrógeno (%) son considerados como muy bajos y atribuido principalmente a la naturaleza y calidad de la materia orgánica, influyendo sobre la relación C/N la cual presentó un promedio de 20.4 para ambas profundidades, excediendo los rangos óptimos de mineralización (10-14). La reserva de Nitrógeno para el perfil de 0-40 cm oscila entre 5.03 Mg ha^{-1} (Referencia) y 9.63 Mg ha^{-1} (Árboles Padre). Particularmente las cortas de regeneración y el incendio pudieron provocar una liberación del N contenido en la biomasa, causando un efecto directo en aumentos de la reserva de N en el suelo. Los resultados permitirán establecer criterios pre y post manejo forestal para conservar y mejorar la fertilidad y servicios ecosistémicos del suelo.

Cambios en la estructura y composición forestal en un bosque de pino-encino en Jaumave, Tamaulipas, México

Changes in forest structure and composition in a pine-oak forest in Jaumave, Tamaulipas, Mexico

Teresa Alfaro-Reyna¹, Josué Delgado-Balbuena^{1*}, Xavier García-Cuevas², Griselda Chávez-Aguilar¹, José Antonio Estrada-García³

1 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ojuelos de Jalisco, Jalisco, México.

2 Campo experimental Chetumal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chetumal, Quintana Roo, México.

3 Servicios técnicos forestales. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

* Autor para correspondencia: alfaro.teresa@inifap.gob.mx

El bosque de pino-encino se distribuye desde el norte hasta el sur de México, presenta alta susceptibilidad a la degradación debido al aumento de incendios forestales, plagas y otros eventos naturales extremos, lo cual hace relevante la necesidad de conservar y aprovechar sustentablemente sus recursos forestales. Aún cuando estos bosques se encuentran en un amplio nicho ecológico (300 a 2500 m de altitud), sus poblaciones son afectadas por la interacción de eventos naturales extremos y perturbaciones antropogénicas, ocasionando cambios en su estructura y composición de especies. Se analizó la composición florística y estructura forestal de un bosque de pino-encino en Jaumave, Tamaulipas, en un periodo de 15 años, con 3 muestreos alternados. Se realizó un muestreo sistemático en 32 parcelas circulares de 1,000 m². En cada parcela se identificaron y midieron todos los árboles con diámetro >7.5 m. Se calculó área basal (AB), densidad y riqueza de especies y tipo de

bosque. Se registraron 3,567 individuos de 16 diferentes especies (6 familias y 6 géneros); el género *Quercus* fue el más abundante, representando 60 % de los individuos arbóreos. Fueron definidos tres tipos de bosques: pino, encino y pino-encino, con base en la dominancia del área basal. Se encontraron diferencias significativas entre mediciones y familias (Pinaceae y Fagaceae, $P < 0.0001$). El AB se incrementó con respecto a la primera y última medición, en los encinos, mientras que en pinos disminuyó. Las diferencias se explicaron al posible incremento de plagas, asociadas con sequías prolongadas, registradas en los años 2004, 2008, 2009 y 2010; provocando una disminución del AB. Adicionalmente, el AB fue afectada por los tratamientos silvícolas aplicados en el control de descortezador (*Dendroctonus* sp.). Igualmente, se registró un incremento en el AB de la familia Cupressaceae, representada por *Juniperus flaccida*, considerada como una especie invasora en condiciones de perturbación.

Estructura y tendencia de los bosques templados del estado de Chihuahua después de 70 años de actividad silvícola

Structure and trend of temperate forests in the state of Chihuahua after 70 years of forestry activity

Juan Manuel Chacón Sotelo^{1*}

¹Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua

* Autor para correspondencia: jchacon@uach.mx

El desarrollo y dinámica de los bosques templados del estado de Chihuahua, están llegando a las metas estimadas dentro de los años establecidos en los turnos técnicos, así como las características eco-ambientales, incluidas en las prácticas silvícolas y del manejo forestal. La historia del manejo en estos ecosistemas inició en 1950. Por lo que, se ha considerado estos tiempos, para valorar la dinámica y respuesta del arbolado residual. Son 70 años de manejo forestal dentro de esos territorios, que en 1950 fueron los bosques originales, llamados bosques vírgenes hoy irregulares. Por lo que, en este análisis solo se consideran estructuras irregulares, manejadas bajo el Método Mexicano de Ordenación de Montes. Con ello, se está marcando el final de un turno técnico programado en los años 50's y que hoy representa la oportunidad de realizar un análisis y una valoración en términos eco-ambientales, silvícolas y de manejo, donde el común es la meta a alcanzar al final del turno es

la estructura de un Bosque Normal. Para ello se usó el modelo de De Liocurt, con el fin de visualizar los cambios y dinámica de la estructura del rodal a través de la distribución diamétrica dentro del bosque irregular. Para ello se usaron datos obtenidos desde 1950, a través de sitios experimentales El Poleo, establecidos en terrenos forestales del estado de Chihuahua. Los datos fueron analizados en períodos de 10 años. Se observó una clara tendencia y dinámica del arbolado a través de las clases diamétricas al cambiar de posición, incluyendo la mortalidad de arbolado en pie. La tendencia estructural, al bosque Normal, como meta del manejo, dentro de cierta clase de diámetros tiende a esa normalidad, solo que, a nivel de masa forestal, se mantiene la tendencia muy heterogénea en el arbolado por clase diamétrica, por ello el factor 'q', que explica esta tendencia es muy cambiante; no se mantiene como indicador de normalidad del bosque.

Relación densidad-tamaño máxima en rodales mezclados de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán

Maximum size-density relationship for mixed stands of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan

Abel Joseph Hernández-Martínez¹, Valentín José Reyes-Hernández^{2*}, Héctor Manuel De los Santos-Posadas², Alejandro Velázquez-Martínez², Gerónimo Quiñonez-Barraza³

1 Centro de Educación y Capacitación Forestal No. 1 (CECFOR 1), "Dr. Manuel Martínez Solórzano", Uruapan, Michoacán, México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Estado de México, México.

3 Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle del Guadiana km 4.5 Carretera Durango-Mezquitil, Durango, Durango, México

* Autor para correspondencia: vreyes@colpos.mx

Las relaciones densidad-tamaño máximas (RDTM) en bosques naturales y plantaciones forestales, se han analizado con diversas metodologías de selección de parcelas y técnicas de ajuste. Se ha supuesto una pendiente constante de la RDTM entre especies ($\beta_1 = -1.605$) del modelo de Reineke, lo cual no siempre es el caso. Los objetivos fueron analizar tres técnicas de ajuste, evaluar técnicas de selección de parcelas, y estimar la RDTM con modelos de tipo potencial (MP) y exponencial (ME) sin considerar la composición; además, se evaluaron dos variantes del MP considerando grupos de especies: pinos ($\beta_{1,1}$), encinos ($\beta_{1,2}$), latifoliadas ($\beta_{1,3}$) y otras coníferas ($\beta_{1,4}$). El primero (MP_{SP1}) con interceptos variables y pendiente común (β_1), y el segundo (MP_{SP2}) con interceptos y pendientes variables por grupo de especies. Se usaron datos provenientes de 9,559 parcelas temporales de muestreo. Los parámetros

se estimaron con la información de las parcelas con máxima densidad, las cuales fueron seleccionadas con el Índice de Densidad del Rodal de Reineke al 10 % (956 parcelas). Acorde con la evaluación del MP y ME, la regresión por cuantiles (RC) con $\tau = 0.99$ estimó mejor la RDTM sin considerar la composición de especies ($\beta_1 = -1.710$ y -0.043 y para MP y ME, respectivamente). Para MP_{SP1} y MP_{SP2} el ajuste con RC fue el mejor, con $\tau = 0.95$. La pendiente común estimada con el MP_{SP1} fue similar al MP ($\beta_1 = -1.667$). Las pendientes estimadas con MP_{SP2} fueron variables respecto al grupo de especies ($\beta_{1,1} = -1.573$, $\beta_{1,2} = -1.645$, $\beta_{1,3} = -2.611$ y $\beta_{1,4} = -2.489$). La RDTM del ME tuvo estimaciones más realistas con respecto al MP, ya que el valor del intercepto tuvo una interpretación biológica más aceptable. Con el MP_{SP2} se encontró que las especies tolerantes a la sombra presentan pendientes más pronunciadas.

Evidencias de la efectividad del diagnóstico nutrimental para aumentar la producción de rodales

Evidences of the effectiveness of nutritional diagnosis to increase stand production

Miguel Ángel López López^{1*}, Reynol Fierros Mateo¹, Rosmeri Cabrera Ramírez¹, Marcos Jiménez Casas¹

¹ Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: lolomikean@gmail.com

La fertilización química, se utiliza preferentemente en plantaciones forestales, donde ha mostrado efectividad para incrementar la producción de los rodales. No obstante, para mejorar la probabilidad de que esto ocurra, debe aplicarse sólo aquellos nutrimentos limitantes del crecimiento de los árboles. El presente estudio evaluó, si la aplicación de nutrimentos deficientes (ND), aumenta la producción, mientras los nutrimentos no limitantes la disminuyen. Se revisaron tres estudios, realizados en condiciones y con especies forestales variadas, en los que se aplicó tratamientos con (ND), así como con nutrimentos no deficientes (NND). En el primer experimento con *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, el incremento de diámetro a la altura del pecho (IDAP) fue estadísticamente igual en el testigo, que en el tratamiento con (NND), pero al aplicar (ND), el IDAP aumentó hasta en 1700 % respecto a los árboles testigo. Similar efecto ocurrió sobre las

dimensiones de los conos femeninos. El segundo estudio mostró que la inyección de los (ND) al tronco de los árboles de la misma especie, incrementó su DAP en 675 % con respecto a los árboles testigo, mientras que la inyección de nutrimentos no deficientes, sólo lo incrementó en 250 %. La longitud de los conos femeninos fue mejorada por los nutrimentos deficientes y por los no deficientes. Contrariamente, el diámetro de los conos fue significativamente mayor al aplicar (NND) que al aplicar (ND). En otro estudio, se fertilizó al híbrido *Pinus elliotii* x *Pinus caribaea* el cual mostró, que la aplicación de N (deficiente en el sitio), aumentó el DAP de árboles de cuatro años de edad, en 37 % respecto al testigo, mientras que P (aparentemente no deficiente), lo incrementó en 95 %. Se concluye que la fertilización basada en un diagnóstico nutrimental, aumenta la probabilidad de incrementar el crecimiento de los árboles.

Morfometría de copa para plantaciones de *Pinus pseudostrobus* y *P. montezumae* en Michoacán, México

Crown morphometry for *Pinus pseudostrobus* and *P. montezumae* plantations in Michoacán, Mexico

Jonathan Hernández-Ramos^{1,2}, Valentín José Reyes-Hernández^{2*}, Aurelio Manuel Fierros-González², Enrique Buendía-Rodríguez³, Gerónimo Quiñonez-Barraza⁴, Héctor Manuel De los Santos-Posadas²

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

2 Colegio de Postgraduados (COLPOS)-Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

3 INIFAP- Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Estado de México, México.

4 INIFAP-Campo Experimental Valle del Guardiana, Durango, Dgo., México

* Autor de correspondencia; forestjonathanhdez@gmail.com

Las dimensiones y características morfológicas de la copa de los árboles son indicadores de su capacidad fotosintética, y estas son influenciadas por la competencia de espacio, luz y nutrimentos, entre otros factores. Además, los índices morfométricos y las correlaciones entre las variables dasométricas pueden ser una pauta en el manejo de la densidad a través de prácticas silvícolas, para incrementar su productividad acorde a las necesidades de cada plantación forestal. Los objetivos de este estudio fueron calcular y correlacionar algunos índices morfométricos, y modelar la relación proporcional de copa ($pc\%$) en función del diámetro normal (dn), con modelos de efectos mixtos (MEM) en plantaciones forestales de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae* en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Se estimaron 11 índices y valores morfométricos con información del dn , diámetro de la proyección de la copa (dc), altura de fuste

limpio (Afl) y altura total (At). Además, se ajustó un MEM con las variables clasificatorias de altitud (Alt), exposición (Exp) y pendiente ($Pend$), para estimar la $pc\%$. El índice de esbeltez (IE) y el área de proporción de copa (apc) fueron de 0.65 m cm^{-1} y 31.19 m^2 para *P. pseudostrobus*, y de 0.55 m cm^{-1} y 21.85 m^2 en *P. montezumae*, mientras que, la dimensión del dc fue 25 y 31 veces el dn para estas dos especies, respectivamente. Las mejores condiciones de desarrollo para *P. pseudostrobus* se presentaron entre los intervalos de elevación de 2750-2950 m, mientras que para *P. montezumae* las exposiciones oeste y suroeste mostraron valores superiores. Se concluye que la utilización de índices morfométricos y el modelado de efectos mixtos ofrecen una alternativa para calcular parámetros esenciales en la gestión forestal y establecimiento de las plantaciones forestales comerciales en estas dos especies de interés forestal.

Modelo altura-diámetro para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región forestal de Chignahuapan-Zacatlán, Puebla

Height-diameter model for *Pinus patula* Schl. et Cham. in Chignahuapan-Zacatlán forest region, Puebla

Jonathan Hernández-Ramos¹, Vidal Guerra-De la Cruz², Enrique Buendía-Rodríguez³, Juan Carlos Tamarit-Urias⁴, Gerónimo Quiñonez-Barraza⁵, Xavier García-Cuevas¹

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Chetumal. Othón P. Blanco, Quintana Roo, México.

2 INIFAP-Sitio Experimental Tlaxcala. Santa Ana Chiautempan, Tlaxcala, México.

3 INIFAP-Campo Experimental Valle de México, Texcoco, Estado de México, México.

4 INIFAP- Campo Experimental San Martinito. San Martinito Tlahuapan, Puebla, México.

5 INIFAP-Campo Experimental Valle del Guardiana, Durango, Durango, México.

* Autor de correspondencia; forestjonathanhdez@gmail.com

La altura total (A) de los árboles se relaciona con la productividad forestal. Determinar la A con certidumbre mediante modelos matemáticos para efectuar apropiadas prácticas de manejo silvícola y de aprovechamiento es fundamental. Las prácticas silvícolas modifican el crecimiento en altura en los rodales, lo cual influye en la productividad maderable. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos silvícolas en la relación A -diámetro normal ($A-d$) para *Pinus patula* que conforma rodales coetáneos en la región forestal Chignahuapan-Zacatlán, Puebla, México. Se utilizaron 1,662 pares de datos $A-d$ obtenidos en predios forestales bajo aprovechamiento. Se ajustó el modelo de Chapman-Richards: con la función $gnls$ del programa estadístico R® bajo el enfoque de variables *dummy* aplicado en el parámetro asintótico (γ) y una estructura de varianza de tipo: *varComb* (*Varexp-Varpower*). El ajuste mostró parámetros significativos ($p=0.05$) para cada condición de manejo, en donde el valor del parámetro es específico para cada

tratamiento: primer aclareo (44.63973), segundo aclareo (53.16462), tercer aclareo (44.32231), corta de regeneración (49.11135), corta de liberación (48.21656) y corta de selección (46.25866), así como en el área de conservación (47.97406). Los valores en γ se asumieron solo con efecto fijo. El modelo explicó el 66 % de la variabilidad, y cumplió con los supuestos de normalidad ($W=0.99892$, $p\text{-value}=0.4182$) y homocedasticidad ($KS=0.013673$, $p\text{-value}=0.9152$) de acuerdo con la prueba de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. El sesgo promedio por estimación fue de -0.00124475 m. Se concluye que el tratamiento silvícola tiene efecto significativo en la A , misma que varía en función de las condiciones de productividad del sitio implícito en cada tipo de tratamiento aplicado a cada rodal. Se recomienda usar valores específicos en del modelo $A-d$ para así evitar desviaciones importantes en las estimaciones que puedan tener impactos adversos en los programas de manejo para esta especie.

¿Cómo evaluar la Integridad Ecológica en un bosque bajo producción maderable? Una propuesta metodológica

How to evaluate Ecological Integrity in a forest under timber production? A methodological proposal

Martha Azucena Rendón-Pérez^{1*}, Patricia Hernández-de la Rosa¹, Valentín J. Reyes-Hernández¹, Alejandro Velázquez-Martínez¹, José Luis Alcántara-Carbajal²

1 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales, km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Edo. de México, México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ganadería, km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Edo. de México, México.

* Autor para correspondencia: rendon_azu@hotmail.com

Las propuestas para conocer el estado de conservación que presentan los ecosistemas ante perturbaciones naturales o antropogénicas son variadas. En esta investigación se propone una metodología para medir la Integridad Ecológica (IE) en un ecosistema forestal templado bajo producción maderable. El lugar de trabajo presenta dos condiciones: área de conservación (asociación de *Pinus-Quercus*) y área de producción (con tres asociaciones, *Pinus montezumae*, *P. patula* y *P. pseudostrobus*). A través de un modelo ecológico conceptual, se definieron 3 atributos: paisaje, vegetación y suelo, y se seleccionaron 20 indicadores para evaluar la estructura, composición y función del bosque. Se realizó un diseño

de muestreo y un protocolo para la recolección de información en campo, a partir de la evaluación de la información de 79 sitios, la revisión de literatura, de la consulta del inventario forestal estatal y el criterio de expertos, se estableció el rango natural de variación (RNV) para cada indicador. Finalmente, se obtuvo un índice multimétrico que permite evaluar la IE, el cual puede tomar valores entre 0 y 100. Para interpretar el IIE se establecieron 4 categorías: de 0-25 (Baja IE), de 26-50 (Regular IE), de 51-75 (Buena IE) y de 76-100 (Excelente IE), de esta manera es posible evaluar la IE en un bosque e interpretar los resultados para conocer cuál es su estado actual.

Índice de integridad ecológica, una herramienta para la gestión de los bosques

Ecological integrity index, a tool for forest management

Martha Azucena Rendón-Pérez^{1*}, Patricia Hernández-de la Rosa¹, Valentín J. Reyes-Hernández¹, Alejandro Velázquez-Martínez¹, José Luis Alcántara-Carbajal²

1 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales, km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Edo. de México, México.

2 Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ganadería, km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Edo. de México, México.

* Autor para correspondencia: rendon_azu@hotmail.com

Los bosques manejados para la producción maderable, tienen objetivos adicionales, relacionados con la conservación y provisión de servicios ambientales y funciones ecológicas, por lo que en este trabajo se propone el uso de un índice de integridad ecológica (IIE) como una herramienta que permita evaluar y monitorear el estado que guardan estos ecosistemas. El área de estudio presenta cuatro asociaciones vegetales: tres asociaciones bajo aprovechamiento maderable (*Pinus montezumae*, *P. patula* y *P. pseudostrobus*) y una correspondiente a un área de conservación (*Pinus-Quercus*). Se evaluó la estructura, composición y función del bosque templado a través de 20 indicadores, correspondientes a 3 atributos ecológicos: paisaje, vegetación y suelo. Para evaluar la IE las categorías

posibles fueron excelente, buena, regular y baja. Se encontró el mayor valor del índice de IE en el área de conservación, en la categoría excelente, mientras que, en las asociaciones bajo aprovechamiento maderable, la de *P. patula* se clasificó como excelente y las de *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* se clasificaron como buena; en el área bajo aprovechamiento se requiere observación e intervención mínima para mantener y mejorar la IE. El índice de IE permitió caracterizar las asociaciones bajo manejo e identificar los indicadores que requieren de intervención o mayor investigación para mantener la IE en una categoría aceptable. Se generó una línea base del conocimiento de la IE en el área de estudio que puede ser útil en su gestión.

Estructura, composición y diversidad del bosque de pino-encino en un gradiente altitudinal en Miguel Hidalgo, San Antonio Huitepec, Oaxaca

Structure, composition and diversity of the pine-oak forest in an altitudinal gradient in Miguel Hidalgo, San Antonio Huitepec, Oaxaca

Mario Ubaldo Velasco Luis¹, Alejandro Velázquez Martínez^{1*}, Patricia Hernández de la Rosa^{1*}, Aurelio Manuel Fierros Gonzáles¹, José Amando Gil Vera Castillo²

1 Colegio de Postgraduados. Postgrado en Ciencias Forestales. Texcoco, Edo. de México, México.

2 Universidad Autónoma Chapingo. División en Ciencias Forestales. Texcoco, Edo. de México, México.

* Autor para correspondencia: alejvela@colpos.mx

Los indicadores ecológicos, las variables dasométricas y su interacción con los gradientes ambientales, sirven de referencia para generar directrices de manejo y conservación de los bosques templados; sin embargo, pocos estudios integran a las especies del sotobosque y su importancia ecológica. El objetivo de este estudio fue describir la estructura, composición y diversidad florística arbórea, arbustiva y herbácea en un gradiente altitudinal en Miguel Hidalgo, San Antonio Huitepec, Oaxaca. En 45 sitios distribuidos en tres estratos altitudinales: inferior (1,900-2,200 m), intermedio (2,200-2,500 m) y superior (2,500-2,850 m), se tomaron variables dasométricas y ambientales. La diversidad y riqueza se estimó mediante el índice de Simpson (1-D) y Margalef. Se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el Índice de Valor Forestal (IVF) y el índice de Pretzsch para evaluar la distribución horizontal y vertical de las especies arbóreas. Se encontraron 125 especies, representadas en 84 géneros y

40 familias. Se determinó una diversidad media y una riqueza baja. El patrón de distribución en el gradiente altitudinal de la diversidad arbórea sugiere una disminución monótona a mayor altitud; no sucede así con las especies arbustivas y herbáceas, quienes mostraron correlación negativa con las variables estructurales arbóreas. El estrato superior presentó mayor valor promedio de área basal, altura y cobertura. *Pinus oocarpa* presentó el valor más alto de IVI e IVF en el estrato inferior e intermedio y *Pinus pseudostrobus* en el estrato superior. El índice promedio de Pretzsch (63.41 %) indica una diversidad estructural media. Se concluye que la caracterización integral del bosque del pino-encino genera un panorama más completo del estado actual y su interacción con los gradientes ambientales, lo que permitirá formular propuestas de manejo enfocadas a mantener la diversidad y heterogeneidad estructural que favorezcan la capacidad de resiliencia y resistencia a los cambios globales.

Dispersión espacial del arbolado en una cuenca forestal de Tapalpa, Jalisco

Espatial dispersion of the trees in a watershed of Tapalpa, Jalisco

David Arturo Moreno González^{1*}

¹ Campo Experimental Centro – Altos de Jalisco, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

* Autor para correspondencia: moreno.davidarturo@inifap.gob.mx

El manejo del bosque natural representa primordial importancia ecológica, económica y social a los habitantes de la Sierra de Tapalpa, Jalisco. Para la mejor conservación, aprovechamiento y mejoramiento de este recurso, se busca profundizar cada vez más en el conocimiento sobre el comportamiento de la dinámica estructural de las masas forestales. La presente indagación se llevó a cabo a través de la información tomada en 71 sitios de un muestreo sistemático, realizado en una pequeña cuenca de 912 hectáreas. Se describió la estructura horizontal, mediante la exploración en el patrón de la dispersión espacial del arbolado y la densidad arbórea de las diferentes etapas del desarrollo, desde la más joven hasta la madura. El índice de Clark y Evans (I_{CE}), basado en la relación entre la distancia árbol – árbol,

se aplicó en tres ejercicios: general, real e ideal. En el primero, al proporcionar un amplio rango de densidad, se logró obtener las tres formas básicas de dispersión: aleatoria, agregada y regular. En el segundo predominó la dispersión agregada (96 %) por ser la más común en la naturaleza. Y, en el tercero, con base a una tarifa propuesta de densidad, también prevaleció la dispersión agregada, por lo que se considera una perspectiva apropiada para designar las prácticas silvícolas sobre cortas de aclareo y regeneración. De cualquier forma, durante el manejo forestal es conveniente mantener los mismos rasgos distintivos del bosque, procurando la dispersión espacial del arbolado con los valores del I_{CE} entre 1 y 2.15 para todas y cada una de las etapas del desarrollo.

Caracterización silvícola de poblaciones naturales de *Bursera linaloe*

Silvicultural characterization of *Bursera linaloe* natural stands

Juan Francisco Castellanos-Bolaños^{1*}, Martín Gómez-Cárdenas²

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Uruapan.

* Autor para correspondencia: castellanos.juan@inifap.gob.mx

El objetivo del estudio fue determinar la abundancia del linaloe y especies asociadas; evaluar la regeneración natural de linaloe y desarrollar modelos matemáticos para estimar el volumen de madera en árboles de linaloe, en tres localidades representativas de su área de distribución natural en México, correspondientes a San Juan de los Cués, Oaxaca; Chiautla de Tapia, Puebla y Xalitla, Guerrero. En cada localidad se delimitó una superficie de 25 hectáreas en la selva baja caducifolia, se realizó un muestreo que cubrió un área total 33,000 m², a través del levantamiento de 66 sitios circulares de muestreo, cada uno con un área de 500 m², distribuidos sistemáticamente. Para la generación de modelos para estimar volúmenes de madera, se calculó un tamaño de muestra de 80 árboles, lo cual significó un promedio de 10 árboles para cada una de las categorías entre 5 cm y 40 cm de diámetro normal y un

rango de alturas desde 2 m hasta 8 m. Los resultados mostraron, respectivamente, para San Juan de los Cués, Chiautla de Tapia y Xalitla, los siguientes datos para árboles de linaloe exclusivamente: 44, 45 y 36 árboles por hectárea; 4.1, 1.3 y 1.8 tallos promedio por árbol; áreas basales promedio de 0.8827 m².ha⁻¹, 0.9626 m².ha⁻¹ y 2.3141 m².ha⁻¹; el diámetro cuadrático de 16 cm, 17 cm y 30 cm. En cuanto a la regeneración solo en Chiautla de Tapia se contabilizaron 21 arbolitos por hectárea, en las otras dos localidades no hubo regeneración. El modelo para calcular el volumen total por árbol fue: $0.000074 DN^{1.7861} H^{1.3832}$, a partir del cual se calcularon las existencias maderables de 11.19 m³.ha⁻¹; 10.41 m³.ha⁻¹ y 23.38 m³.ha⁻¹. Se concluye que las poblaciones de linaloe en las áreas de estudio son reducidas, la regeneración natural prácticamente no existe, las existencias de madera son reducidas.

Características morfológicas en conos, semillas y germinación de *Pinus greggii* Engelm. en el Porvenir, Santiago de Anaya, Hidalgo

Morphological characteristics in cones, seeds and germination of *Pinus greggii* Engelm. in El Porvenir, Santiago de Anaya, Hidalgo

Selene Jazmín Delgado Corral^{1*}, Pedro Antonio Domínguez Calleros², Rodrigo Rodríguez Laguna³, José Rodolfo Goche Télles², Manuel Antonio Díaz Vasquez²

1 Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Durango, Durango, México.

2 Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Durango, Durango, México.

3 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, Tulancingo de Bravo, Hidalgo.

* Autor para correspondencia: selene.del@outlook.es

Pinus greggii es una especie con alto potencial para el establecimiento de plantaciones forestales dada la multiplicidad de ambientes en los que se desarrolla. En el presente estudio, se determinaron las características morfológicas de las variables: conos, semillas producidas y su germinación en una plantación de *Pinus greggii*, ubicada en el paraje "La Manga Vieja", localizada en el Parque Recreativo El Porvenir, al norte de la comunidad en Santiago de Anaya, Hidalgo. El área de estudio se dividió en tres bloques, se establecieron nueve sitios circulares de 1,000 m², tres sitios por cada bloque, se seleccionaron 10 árboles por sitio y se colectaron 10 conos de distintas partes de la copa de cada individuo. Se realizó un análisis de varianza arrojando diferencias significativas entre los tratamientos, con

respecto a las variables ancho ($P \leq 0.0249$ y largo del cono ($P \leq 0.0030$) así como para las variables largo y ancho de semilla $P = 0.0001$ y para la variable germinación diferencia $P = 0.0006$. La prueba de medias de Tukey mostró para ancho y largo de cono, menor tamaño en el bloque 1 con respecto al resto de los bloques, diferencia significativa entre los tres bloques en número de semillas, el bloque 3 registró menor porcentaje de semillas germinadas (75 %). La ubicación de los árboles afecta directamente en el tamaño de cono y semilla, de *Pinus greggii*. así como en su producción. Concluyendo así que los resultados de los análisis asocian las condiciones medioambientales en las que se encuentran los bloques, con las características morfológicas presentes en conos y semillas.

Evaluación de herramientas para la planificación del manejo de *Swietenia macrophylla* King en bosques naturales

Evaluation of tools for management planning of *Swietenia macrophylla* King in natural forest

Raúl Abel Vaca^{1*}

1 CONACYT - Consorcio de Investigación, Innovación y Desarrollo para las Zonas Áridas (CIIDZA), El Colegio de San Luis (COLSAN), San Luis Potosí, S.L.P., México.

* Autor para correspondencia: raul.vaca@colsan.edu.mx

La calidad de sitio, es un concepto desarrollado, para proyectar la producción esperada de especies maderables en sitios específicos. Por lo general, se aplica a rodales de edad uniforme, para producir curvas de índice de sitio estandarizadas. En un trabajo previo se utilizó este concepto en un sentido más ecológico para evaluar un método que permitiera discriminar la calidad de sitio para *Swietenia macrophylla* en bosques naturales de Quintana Roo, a partir de la relación altura-diámetro de árboles dominantes y co-dominantes. En dicho estudio se demostró la importancia de los factores micro-topográficos y edáficos para explicar los patrones de crecimiento espacial de la caoba a escala local. En el presente trabajo se evalúa la aplicabilidad de este método, en combinación con instrumentos existentes como el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, para detectar patrones de crecimiento espacial de *S. macrophylla* a escala

regional. Para ello, se caracterizaron los tipos de vegetación boscosa de la Península de Yucatán, y se determinó la habilidad de los diferentes tipos de vegetación (y su respuesta espectral) para explicar la variación espacial en el crecimiento de la especie. Ajustamos modelos lineales y realizamos análisis de covarianza. Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.001$) y notables (más de dos metros de altura por encima de la altura predicha, controlada por el diámetro) en el desarrollo de la especie. Estas diferencias se relacionaron con el tipo de vegetación y su respuesta espectral. Finalmente ajustamos un modelo predictivo de calidad de sitio y elaboramos un mapa de calidad del sitio, que permitió evaluar el potencial de crecimiento de la especie a escala regional. Este tipo de herramienta puede contribuir al buen manejo de los bosques, donde la aptitud no es homogénea para el crecimiento de la caoba.

Crecimiento e incremento en diámetro, altura y volumen en *pinus oocarpa* schiede, montaña de Guerrero

Growth and increase in diameter, height and volume in *Pinus oocarpa* schiede, Guerrero mountain

Juan Manuel Rios Camey^{1*}, Bernardo Lopez Lopez¹, Lucelia Mora Ojendiz¹, Cesar Cristobal Hernandez¹, Pablo Marroquín Morales²

1 Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, Carretera Tlapa Marquelia Km. 54. La Ciénega, Malinaltepec, Guerrero. C.P 41500

2 Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de ciencias agrícolas. Entronque Carretera Costera y Pueblo de Huehuetán, Huehuetán, Chiapas. C.P. 30660

*Autor de correspondencia: jmrc_x25@hotmail.com

La estimación de incrementos en variables dasométricas es importante para determinar los tiempos óptimos de aplicación de aclareos, programar las podas y determinar turnos técnicos de cosecha maderable, así como la corta final. El objetivo de este estudio fue ajustar 4 modelos de crecimiento forestal para la predicción del crecimiento e incremento en diámetro, altura, área basal y volumen en *Pinus oocarpa*, Montaña de Guerrero. La metodología consistió en el derribo de árboles muestra representativos (3 por categoría diamétrica). Mediante la aplicación de la técnica de análisis troncales se midieron variables dasométricas en función de la edad; posteriormente se ajustaron 4 modelos de crecimiento: Schumacher, Chapman-Richards, Gompertz y Weibull. Se eligieron los modelos que gráficamente

predijeran los incrementos de forma adecuada y que tuvieran mayores valores de R^2_{adj} , menor $RCME$, y S_{yx} . También se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y homocedasticidad de los residuales mediante inspección gráfica y el test de White. Los resultados indicaron que los modelos de Chapman-Richards y Schumacher se ajustaron adecuadamente con valores de $R^2 > 0.90$ para estimar incrementos en diámetro, altura, área basal y volumen; Los turnos absolutos obtenidos fueron: 22 años en diámetro, 14 años en altura, 85 años en área basal y 97 años en volumen; con esas edades es posible planear los primeros aclareos en base al diámetro, aclareos de copa o podas en base a la altura, segundo y tercer aclareo en base al área basal y la cosecha final en base al volumen.

Análisis de la distribución de especies arbóreas mediante Google Earth Engine: Caso de estudio *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham. y *Pinus oocarpa* Schiede

Analysis of tree species distribution using Google Earth Engine: Case study *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham. and *Pinus oocarpa* Schiede

Prudencia Caballero-Cruz^{1*}, Daniel Martínez-Santiago², Eduardo J. Treviño-Garza¹, Epigmenio R. Pérez-Silva³

1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

2 Tecnológico Nacional de México/Campus San Miguel el Grande, San Miguel el Grande, Oaxaca, México.

3 Servicio Técnico Forestal y Ambiental S de R.L. de C.V.

* Autor para correspondencia: caballero.cruz.pru@gmail.com

Existe la necesidad de información precisa y de alta resolución sobre la distribución de las especies arbóreas para la gestión forestal. Sin embargo, distinguir especies arbóreas en altas resoluciones dentro de extensas superficies, es complejo, porque requiere enfrentar desafíos como el poder computacional. Debido a esto, se propone una metodología que ayude a delinear la distribución espacial de especies arbóreas, presentando el caso de *Abies religiosa* y *Pinus oocarpa*, a una resolución de 10 m. Se obtuvieron registros de presencia de las especies consultando las bases de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y de Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Posteriormente se realizó la extracción de características multitemporales a partir de imágenes Sentinel-1,2 y Landsat-8, listas para el análisis dentro de la plataforma Google Earth Engine (GEE). Con las imágenes

de Sentinel-2 se obtuvieron índices espectrales empleados para el análisis de la vegetación, además se realizó una matriz de co-ocurrencia de niveles de gris (GLCM) en las bandas del infrarrojo cercano y se obtuvieron características de texturas; con Sentinel-1 se abordó polarización similar y polarización cruzada para obtener índices de radar; de Landsat-8 se obtuvo información de temperatura; y de la Misión Topográfica Radar Shuttle (SRTM) variables topográficas. Para la clasificación se emplearon dos algoritmos: Random Forest y Support Vector Machine, integrados en GEE, ambos se entrenaron con las características multitemporales extraídas de Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat-8 y características topográficas. Sin embargo, solo se obtuvieron resultados aceptables con Random Forest. La clasificación de la distribución de ambas especies logró una precisión confiable, tanto la precisión general como el índice Kappa fueron por arriba de 0.80.

***Dalbergia palo-escrito*: oportunidad para el manejo agroforestal en sitios perturbados**

***Dalbergia palo-escrito*: opportunity for agroforestry management in disturbed sites**

Cuahtémoc Alain Rubio-Tobón^{1*}, Alfonso Suárez-Islas², Pablo Octavio-Aguilar³, Juan Capulín-Grande¹, Rodrigo Rodríguez-Laguna^{1*}

1 Laboratorio de Semillas y Germoplasma Forestal, Instituto de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Av. Universidad Km 1 Rancho Universitario, Tulancingo, Hidalgo. C. P. 43600. 2 Laboratorio de Botánica, Instituto de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Av. Universidad Km 1 Rancho Universitario, Tulancingo, Hidalgo. C. P. 43600. 3 Laboratorio de Genética, Área Académica de Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5. Col. Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C. P. 42184.

* Autor para correspondencia: alaintobon@gmail.com; rlaguna@uaeh.edu.mx

Dalbergia palo-escrito es considerada como madera preciosa y empleada en laudería, su aprovechamiento sin control pone en riesgo sus poblaciones naturales, afortunadamente su adaptabilidad a zonas perturbadas y vegetación secundaria da indicios de ser susceptible al manejo silvícola. El objetivo de la investigación fue evaluar atributos dasométricos de *D. palo-escrito* con relación al índice de perturbación (actividad humana, ganadera y deterioro del hábitat) en cuatro poblaciones naturales de Tlahuiltepa, Hidalgo. En cada población se establecieron cuadrantes de 50 x 50 m, se mapearon en coordenadas XY por árbol para obtener la densidad poblacional y el patrón de agregación mediante el coeficiente de variación en la distancia entre individuos. Las poblaciones se describieron morfológicamente agrupando los individuos mediante distancias Euclidianas. Los resultados encontrados fueron que todas las poblaciones difieren significativamente en cuanto a su composición ($\chi^2 > 19.33$ para todas las comparaciones; $p \leq 0.01$). El análisis

de agrupamiento mostró cuatro grupos morfológicos, cuya variación depende principalmente del diámetro normal, los individuos del grupo tres mostraron las mejores características de producción con fines maderables, seguido del grupo cuatro. La mayor afectación en las poblaciones analizadas es por actividad humana, seguida de actividad ganadera y por último el deterioro del hábitat. Las poblaciones con niveles intermedios de perturbación tienen la mayor cantidad de individuos mejor conformados pertenecientes al grupo tres y cuatro, por otro lado, niveles bajos o altos comprometen el reclutamiento y la ganancia de atributos morfológicos. Otros resultados encontrados fueron que el análisis de distribución espacial mostró que la especie se distribuye de manera agregada en todas las poblaciones. Por lo anterior, se concluye que la perturbación intermedia favorece la densidad y la conformación morfológica de los individuos, lo que hace susceptible a esta especie para incorporar las poblaciones al manejo agroforestal para su conservación.

Palabras clave: palo-escrito, área basal, sierra madre oriental, bootstrap, sistemas silvopastoriles.

Efecto de una obra de conservación de suelo en el patrón de distribución de la vegetación y funcionalidad del ecosistema

Pattern of distribution of vegetation and functionality of the ecosystem after a soil conservation action

Omar A. Doria Treviño¹, Dinorah O. Mendoza Aguilar¹, Maritza Gutiérrez Gutiérrez¹, Marisela Pando-Moreno^{1,2*}

1 Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. 2CAC Ecosistemas Terrestres.

* Autor para correspondencia: mpando55@hotmail.com

En este trabajo se analiza si las obras de conservación de suelo y reforestación, realizadas hace tres años en el área de estudio, se ven reflejadas en una mejor funcionalidad del paisaje. La funcionalidad del paisaje se evaluará utilizando parcialmente el método conocido como Landscape Function Analysis (LFA) bajo el precepto de que un paisaje es funcional cuando es capaz de retener sus recursos (suelo, agua, nutrientes) sin importar las redistribuciones internas. El ejido "Las Barretas", donde se realizó esta investigación, se localiza a 12 km al este de la cabecera municipal de Linares, Nuevo León. Se establecieron 130 transectos para obtener porcentaje de cobertura total y frecuencia relativa de cada tipo de cobertura. Asimismo, se evaluaron los atributos que contribuyen a interrumpir, desviar o absorber la escorrentía superficial y los materiales transportados. Para ello, se midió el largo y ancho de los parches vegetados y la longitud

de los interparches sin vegetación. Se registró más suelo desnudo (61 %) y más presencia de roca (27 %) en el área testigo, que en el área con obras de conservación de suelo. Las coberturas de herbáceas y pastos, fueron ligeramente mayores en el área con obras de conservación que en el testigo. El largo y el ancho medio de los parches son significativamente mayores en el área testigo, sin embargo también es mayor el largo medio del interparche, lo que significa una mayor superficie de suelo desnudo, expuesta a riesgo de erosión. El área con obras de conservación, tiene parches más pequeños pero más continuos. Lo anterior queda evidenciado por el mayor Índice de Suelo Desnudo que resultó en el área sin obras de conservación. La cobertura a nivel de suelo (herbáceas, hojarasca, pastos) parece ir incrementándose en las áreas donde se realizaron obras de conservación de suelo.

Modelos de volumen fustal en una plantación comercial de *Pinus maximinoi* H.E. Moore

Stem volume models in a commercial plantation of *Pinus maximinoi* H.E. Moore

Juan Carlos Tabarez-Romero¹, Nelther Jesús Reyes-Hernández¹, Humberto Ávila-Pérez^{1*}, Reynol Fierros-Mateo², Adan Nava-Nava²

1 Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Desarrollo Sustentable, Campus Costa Grande. Carretera Federal Acapulco – Zihuatanejo. Col. Las Tunas, Técpan de Galeana. Gro. C.P. 40900

2 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera Federal México – Texcoco, Texcoco, Edo. de México. CP 56230

* Autor para correspondencia: avila_ph@hotmail.com

Los modelos de volumen de fuste, son herramientas indispensables, en la estimación del volumen de árboles individuales y a nivel rodal. Esta información es esencial para la realización del manejo forestal sustentable. El objetivo del trabajo fue ajustar modelos de volumen de fuste, para generar una tabla de doble entrada en una plantación de *Pinus maximinoi* de la Ex Hacienda de Almolonga, Atoyac de Álvarez, Guerrero. Con información dasométrica de 20 árboles sanos y vigorosos, se ajustaron cuatro modelos clásicos de volumen de fuste: Spurr, Honer, Thornber y Schumacher-Hall. La evaluación y selección del modelo mejor, se realizó con base en los indicadores de bondad de ajuste: coeficiente de determinación ajustado raíz cuadrada medio del error; sesgo promedio. El

modelo de Schumacher-Hall mostró los resultados mejores en el coeficiente de determinación ajustado (>98 %); valores bajos en la raíz cuadrada medio del error (<0.0311m³) y sesgo promedio (0.0006 m³). El test de White mostró que la distribución de varianzas fue homogénea, alcanzando un valor de $P=0.2428$, en tanto que el test de Shapiro-Wilk, indicó que la distribución de los residuales presenta un patrón aleatorio, lo que cumple con el supuesto de normalidad ($P=0.9484$). Este modelo fue empleado en la construcción de una tabla de volumen de fuste, en función del diámetro normal y altura total. Su uso facilitará los cálculos en campo y el tiempo en conocer el volumen de los árboles en pie y con esto dar una estimación del valor económico de la plantación.

Modelos de crecimiento en altura dominante e índice de sitio en una plantación comercial de *Pinus maximinoi* H.E. Moore

Dominant height and site index growth models in a commercial plantation of *Pinus maximinoi* H.E. Moore

Juan Carlos Tabarez-Romero¹, Nelther Jesús Reyes-Hernández¹, Humberto Ávila-Pérez^{1*}, Reynol Fierros-Mateo², Adan Nava-Nava²

1 Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Desarrollo Sustentable, Campus Costa Grande. Carretera Federal Acapulco – Zihuatanejo. Col. Las Tunas, Técpan de Galeana. Gro. C.P. 40900.

2 Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera Federal México – Texcoco, Texcoco, Edo. de México. CP 56230

* Autor para correspondencia: avila_ph@hotmail.com

El desarrollo de modelos matemáticos con bases técnicas y científicas, es importante para tomar decisiones en el manejo forestal. El objetivo de este trabajo fue modelar el crecimiento en altura dominante e índice de sitio, en la plantación de la Ex Hacienda de Almolonga, Atoyac de Álvarez, Guerrero. Los datos corresponden a un análisis troncal de 20 individuos sanos y vigorosos. Para estimar la productividad, se ajustaron modelos de crecimiento clásicos en la biometría forestal, con el enfoque de diferencia algebraica (ADA) y diferencia algebraica generalizada (GADA): Chapman- Richards, Weibull,

McDill-Amateis y Hossfeld I. Los criterios para la selección del mejor modelo fueron: coeficiente de determinación ajustado, raíz cuadrada, medio del error, sesgo promedio. Los resultados indican que el modelo mejor fue el de Hossfeld I bajo el enfoque (GADA), fue el que obtuvo mayor coeficiente de determinación ajustado y errores bajos de estimación (<1 m). Este modelo seleccionado se usó para construir familia de curvas de índice de sitio a una edad base de 20 años. Se recomienda su uso para determinar el índice de sitio (IS) y calificar los niveles de productividad maderable en la plantación forestal comercial de *Pinus maximinoi*.

SIIMADER: Sistema Informático Inifap para Manejar la Densidad de Rodales

SIIMADER: Inifap Computer System to Management Stands Density

Juan Carlos Tamarit Urias^{1*}, Melchor Rodríguez Acosta², Israel Lerma Serna³

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental San Martinito.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Ixtacuaco.

3 Softwerizate, S. C.

* Autor para correspondencia: tamarit.juan@inifap.gob.mx

Los diagramas para manejar la densidad (DMD) son herramientas fundamentales para diagnosticar el nivel de competencia de rodales y para prescribir programas de aclareos. Sin embargo, son percibidos como complejos, por lo que su aceptación y uso es limitado. Para revertir este aspecto, se requiere que los DMD sean escalados a un nivel intuitivo e interactivo para que se facilite su uso práctico por los silvicultores. El objetivo fue diseñar y desarrollar una aplicación informática (AI) en línea que reproduzca DMD basados en las funciones de Reineke y de Yoda para que brinde funcionalidad operativa e interactiva a los usuarios en el diagnóstico y prescripción de aclareos como tratamientos silvícolas intermedios para el manejo bosques regulares. Se diseñó y definió la ingeniería, arquitectura, componentes, módulos, catálogos y lenguaje de programación de la AI, para ello se aplicó un proceso participativo que involucró a: (1) parte intelectual, por investigadores expertos con conocimiento especializado en aclareos, (2) usuarios,

identificados como los técnicos forestales que realizan el manejo operativo al aplicar silvicultura y, (3) desarrolladores, por programadores expertos. La AI desarrollada se denominó SIIMADER, acrónimo de "Sistema Informático Inifap para Manejar la Densidad de Rodales", mediante algoritmos ejecuta rutinas para ingresar, procesar, almacenar y dar salida de información tabular y gráfica para gestionar la densidad. El principal producto de salida son programas de aclareos. La AI se construyó en el entorno de desarrollo Visual Studio® 2019, para programar los algoritmos se usó el lenguaje C#, el sistema gestor de base de datos fue Microsoft® SQL Server® Standard versión 12.0. Se encuentra operando en línea con libre acceso y registro previo en un hosting con dominio propio en internet. SIIMADER es una herramienta informática e innovación tecnológica que coadyuvará a aplicar silvicultura cuantitativa y a mejorar el crecimiento de rodales.

Comparación de tres escalas de caracterización estructural de bosques en Durango, México

Comparison of three scales for the characterization of forest structure in Durango, Mexico

J.E. Luján-Soto^{1*}, José Javier Corral-Rivas¹, Oscar Alberto Aguirre Calderón², Tilo Gustavo Domínguez-Gómez¹, José de Jesús Graciano Luna¹, Sacramento Corral-Rivas¹

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de El Salto, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Calle Tecnológico 101, Col. La Forestal. C.P. 34942, El Salto, Durango, México.

2 Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carr. Nac. No. 85, km 145, 67700. Linares, Nuevo León, México.

* Autor para correspondencia: jelujans@gmail.com

En este trabajo de investigación se realizó una caracterización estructural con datos de una red de 66 sitios de investigación forestal y de suelos de 0.25 ha, establecidos en la Sierra Madre Occidental en Durango, México. El objetivo fue comparar tres escalas para la descripción los tres principales componentes de la estructura del bosque: diversidad y mezcla de especies, distribución espacial del arbolado y diferenciación dimensional. Las tres escalas estudiadas fueron a nivel rodal, a nivel de vecindad y a escala puntual. La mayoría de los sitios estudiados presentaron entre 6 y 9 especies arbóreas. El análisis a nivel de vecindad describió de manera muy similar la mezcla de especies respecto a la escala de análisis puntual. Los resultados de la conexión de marcas pueden considerarse los más detallados, pero también los más difíciles de calcular. Se obtienen evaluando la distribución de distancias entre todos los pares de árboles permitiendo definir asociaciones

entre marcas discretas como especies o géneros. El índice de Clark y Evans indica que la mayoría de los sitios (53) tienen una distribución significativa de agregados y que sólo para 14 de ellos no se rechaza la hipótesis nula de una distribución completamente al azar. El índice de dirección media sugiere que 22 de los sitios tienen una distribución significativa de agregados y que para la mayoría de los sitios (45) no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad completa. La función *K* de *Ripley* señala que a una escala de 0 a 3 m 31 sitios presentan un patrón significativo de agregados, mientras que en 33 de ellos no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad completa. Los resultados del análisis del grado de diferenciación indicaron que las tres escalas estudiadas sugieren que los sitios estudiados presentan una estructura horizontal heterogénea. De acuerdo con los resultados del estudio la escala puntual puede considerarse la más detallada.

Clasificación de coníferas y latifoliadas mediante imágenes de alta resolución obtenidas por drones

Classification of conifers and latifoliate using high-resolution images obtained by drones

Casimiro Ordóñez-Prado¹, José René Valdez-Lazalde^{1*}, Héctor Flores-Magdaleno², Gregorio Ángeles-Pérez¹, Enrique Buendía-Rodríguez³, Héctor Manuel De los Santos-Posadas¹

1 Campus Montecillo, Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

2 Campus Montecillo, Posgrado en Hidrociencias, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

3 Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Texcoco, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: valdez@colpos.mx

Durante muchos años las fotografías aéreas tomadas desde un aeroplano o un helicóptero fueron el insumo principal en la generación de mapas de cobertura vegetal. Actualmente, el avance en la tecnología de sensores remotos que pueden ser colocados en drones, y el desarrollo de software especializado de menor costo están relegando a la fotografía aérea tradicional a un segundo plano. Sin embargo, estos desarrollos colocan a la fotogrametría nuevamente en una posición ventajosa como técnica de evaluación y monitoreo de los recursos naturales. El objetivo del estudio fue clasificar la vegetación del bosque gestionado del ejido Atopíxco, Hidalgo, México, mediante imágenes de alta resolución obtenidas desde un dron. Se tomaron fotografías con el dron ebee X® equipado con un sensor multiespectral Parrot Sequoia® de cuatro sensores monocromáticos de 12 megapíxeles. La misión de vuelo fue programada en el software eMotion®, se definió una altura de vuelo de 125 m sobre el terreno y una superposición de fotografías lateral y

vertical de 75 % y 65 % respectivamente. El geoposicionamiento de las fotografías fue rectificado mediante una estación GPS con precisión a centímetros. Las fotografías fueron procesadas en el software Pix4D mapper® para generar ortomosaicos de las bandas verde, roja, borde del rojo e infrarrojo cercano con una resolución espacial de 18 cm. Posteriormente se realizó una clasificación supervisada empleando el algoritmo *Random Forest* mediante la herramienta clasificación semiautomática de QGIS®. Se definieron las clases suelo desnudo (caminos), coníferas, encinos y otras hojosas, logrando precisiones en la clasificación de 0.9834, 0.9776, 0.9996 y 0.9618 para suelo, coníferas, encinos y otras hojosas respectivamente. De manera general se obtuvieron predicciones correctas de los píxeles en 96.12 % y RMSE de 0.3026. Se concluye que las fotografías aéreas tomadas por el dron y sensores utilizados permiten clasificar de forma precisa las coníferas y latifoliadas en bosques templados.

Palabras clave: clasificación supervisada, drones, *Random Forest*, fotografías aéreas.

Arquitectura y morfometría de especies arbóreas, típicas de selva mediana subperennifolia

Architecture and morphometry of tree species, typical of medium sub-evergreen forest

Verónica Ortega-Baranda^{1*}, Angelica Romero-Manzanares², Mario Luna-Cavazos², Juan Ignacio Valdez-Hernández³, Edmundo García-Moya², Irma Gisela Nieto-Castañeda¹

1 Instituto de Ecología, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, 71980, Oaxaca, México.

2 Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 56230, México.

3 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 56230, México.

* Autor para correspondencia: ortegabarandav@gmail.com

La arquitectura arbórea contribuye en la toma de decisiones y en la aplicación de actividades silviculturales, para el mejor aprovechamiento de las especies forestales como: *Manilkara zapota*, *Calophyllum brasiliense* y *Brosimum alicastrum*. Se definió el plano arquitectónico y la variación morfométrica de las estructuras por especie, los cambios morfométrico-estructurales por etapas de desarrollo y los patrones morfométrico-arquitectónicos entre especies. Se consideraron tres etapas de desarrollo: brinzales, latizales y fustales. A cada individuo se le registraron datos morfológico-estructurales, cualitativos y cuantitativos. Se realizaron análisis de varianza, comparaciones de medias y Análisis de Componentes Principales, para cada especie y etapas de desarrollo. Los modelos arquitectónicos fueron Aubreville para *Manilkara zapota*, Petit para *Calophyllum brasiliense* y Champagnat para *Brosimum alicastrum*. Las diferencias morfométrico-estructurales entre etapas de desarrollo de brinjal a fustal en *Manilkara zapota* y *Calophyllum brasiliense* fueron:

longitud y ángulo de la rama de segundo y tercer orden respectivamente y para ambas las de primer orden; *Brosimum alicastrum*, longitud de la rama de primer, segundo, tercer y cuarto orden de latizal a fustal. El Análisis de Componentes Principales para *Manilkara zapota* y *Brosimum alicastrum* sobresalió el ángulo de la rama de primer orden, la longitud y ancho de la hoja; en *Calophyllum brasiliense* fue la longitud del entrenudo y la rama de primer y segundo orden. Los brinzales en ancho y longitud de hojas y latizales, en ángulo de primer orden, ambas etapas de desarrollo se diferenciaron por longitud de la rama de primer orden; fustales, la longitud de entrenudo de primer, segundo y tercer orden, ángulo de primero y segundo orden. El modelo arquitectónico para *Calophyllum brasiliense* y *Brosimum alicastrum*, es descrito por primera vez en la literatura botánica. Existen diferencias entre las tres especies, indicando que el modelo arquitectónico está ontogénicamente determinado, sin embargo, las especies se ven afectadas dasométricamente por factores externos.

Palabras clave: arquitectura vegetal, especies tropicales, patrones morfométricos, silvicultura, variación intrapoblacional, variación interespecífica.

Análisis de la estructura horizontal y vertical de *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl.

Analysis of horizontal and vertical structure of *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl.

Karla Mayté Pérez-Vásquez^{1,4}, Wenceslao Santiago-García^{2*}, Faustino Ruiz-Aquino², Gregorio Ángeles-Pérez³, Elías Santiago-García⁴

1 Ingeniería Forestal, Universidad de la Sierra Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

2 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

3 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

4 Dirección Técnica Forestal de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Ixtlán de Juárez. Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

El análisis de la estructura de las masas forestales es esencial para el diseño de la silvicultura a aplicar. La estructura espacial se refiere a la disposición horizontal y vertical de los árboles individuales, y la forma más precisa para describirla dentro de una comunidad es caracterizar el estrato arbóreo desde el punto de vista de sus dimensiones. El objetivo de este estudio fue caracterizar la estructura horizontal y vertical de rodales de *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl. Se utilizaron datos dasométricos de 24 sitios de muestreo con forma cuadrada y superficie de 400 m², establecidos en bosques de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Para la estructura horizontal se usaron diámetros en un intervalo de 0.20 cm a 77 cm, en tanto que para la estructura vertical las alturas fueron de 0.09 m a 40.9 m. En el análisis se utilizaron los métodos no paramétricos: histogramas

y la densidad de Kernel; el coeficiente de homogeneidad y la estratificación de Pretzsch. Los resultados indican que en el 79.1 % de los sitios de *P. ayacahuite*, la estructura horizontal corresponde a una distribución diamétrica en forma de "J" invertida, por lo que se describió a las masas forestales como irregulares, con coeficientes de homogeneidad que fluctuaron en un intervalo de 1.51 a 3.55. Por su parte, en la estructura vertical se observó que el 75 % de los sitios tuvo una mayor concentración de individuos en el estrato inferior y el 25 % restante en el estrato intermedio; con presencia escasa de individuos con alturas mayores a 30 metros. El conocimiento acerca de la estructura espacial de las masas de *Pinus ayacahuite* permite definir los tratamientos silvícolas y constituye una consideración básica para un manejo forestal orientado a la calidad y continuidad de rendimientos.

Palabras clave: estrato arbóreo, masas irregulares, métodos no paramétricos, histogramas, coeficiente de homogeneidad.

Estimación de biomasa aérea mediante sensores remotos en bosques gestionados en Zacualtipán, Hidalgo

Estimating aboveground biomass with remote sensing of managed forest in Zacualtipan, Hidalgo

Bossuet Gastón Cortés-Sánchez¹, Gregorio Ángeles-Pérez^{1*}, Héctor Manuel de los Santos-Posadas¹, José René Valdez-Lazalde¹, María de los Ángeles Soriano-Luna²

1 Campus Montecillo, Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

2 Servicio Forestal de Estados Unidos-UTEMRV, CONAFOR. Periférico Poniente, San Juan de Ocotán, Jalisco.

* Autor para correspondencia: gangeles@colpos.mx

La estimación de biomasa forestal y su representación espacial es un paso importante en el monitoreo forestal, manejo y conservación de los almacenes de carbono, ya que está ligado a la mitigación de cambio climático y la aplicación de políticas públicas. Por otra parte, el empleo de la información derivada de sensores remotos permite la variabilidad espacial de la biomasa aérea del paisaje en diferentes periodos de tiempo, obteniendo información actual sobre el estado de los bosques. El objetivo fue cuantificar la biomasa aérea y su distribución espacial, mediante el empleo de imágenes Landsat, en bosques que se encuentran bajo gestión forestal maderable en Hidalgo, México. Se seleccionaron escenas anuales de imágenes Landsat de la estación seca. Estas, se emplearon para determinar la biomasa aérea a partir de relacionar biomasa estimada en campo mediante inventario tradicional, con información

de imágenes satelitales a través de las variables: índices de vegetación basados principalmente en las bandas rojo, verde e infrarrojo cercano, las cuales presentan una alta correlación con la información de campo. Se ajustaron modelos de regresión múltiple que incluyeron variables espectrales e índices de vegetación (NDVI y GVI) para mejorar su capacidad predictiva. Los modelos ajustados explican el 35 % de la variabilidad de la biomasa aérea. Se determinó para una década una biomasa promedio anual de 92,909.02 Mg ($\pm 17,854.29$) para el área de estudio. A través de clasificación supervisada se estimó una superficie forestal promedio anual de 781.2 ha (± 24.71), lo que representa el 86.8 % (± 2.75) de la superficie del área de estudio. Se ha mantenido una superficie constante de cubierta forestal, a pesar, de ser removida la biomasa aérea por el aprovechamiento autorizado en el plan de manejo vigente, se mantuvo constante.

Estructura de comunidades de morfotipos ectomicorrízicos en bosques de *Pinus patula* Schltdl et Cham. en dos anualidades distintas, comparadas con áreas de retención

Ectomycorrhizal morphotype community structure in *Pinus patula* Schltdl et Cham. in two harvested stands compare with tree structural retention

Ana Lucila Soto-Gil¹, Alejandro Velázquez-Martínez^{1*}, Jesús Pérez Moreno¹, Aurelio Manuel Fierros-González¹, Magdalena Martínez-Reyes¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, México.

* Autor para correspondencia: alejvela@colpos.mx

Una de las especies forestales más utilizadas para aprovechamientos maderables es *Pinus patula*; actualmente esta especie se encuentra bajo manejo forestal en los bosques de Puebla y en algunas localidades se aplican cortas de regeneración totales. Esta especie, como todos los pinos, dependen para su supervivencia de las ectomicorrizas, dada la importancia ecofisiológica de dicha simbiosis. En este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de cortas de regeneración totales sobre la estructura de comunidades ectomicorrízicas, comparadas con áreas de retención estructural variable de un bosque de *P. patula* en Chignahuapan, Puebla. Para llevar a cabo esta investigación se seleccionaron nueve árboles dentro de las zonas de interés y se extrajeron cuatro muestras de suelo de cada individuo (tomadas en cada uno de los puntos cardinales: norte, sur, este y oeste) para poder extraer los morfotipos ectomicorrizados, mismos que fueron

caracterizados morfoanatómicamente. En total se contabilizaron 3,137 raíces ectomicorrizadas, dentro de las que se reconocieron 33 morfotipos distintos. Cuatro de ellos dominaron el 62 % de la abundancia relativa total, entre ellos *Cenococcum geophilum*, el cual puede encontrarse de manera abundante en los ecosistemas forestales. Existió un efecto negativo en la diversidad de morfotipos entre los rodales con manejo forestal comparado con las áreas de retención. Por lo tanto, el aprovechamiento forestal con la técnica de cortas de regeneración totales tiene un impacto negativo en la diversidad de ectomicorrizas, sin embargo, el mantenimiento de áreas de retención aunado a las actividades de plantación inmediata pueden reducir dicho impacto y contribuir al restablecimiento de la diversidad de comunidades ectomicorrízicas a lo largo del tiempo, ya que la retención funciona como un reservorio genético diversos de dichas comunidades.

Diagrama de manejo de densidad en plantaciones de hule

Density management diagram for rubber plantations

Marivel Domínguez-Domínguez^{1*}, Pablo Martínez-Zurimendi², Alfonso Juárez-García²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México.

² El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Villahermosa, Tabasco, México.

* Autor para correspondencia: mdguez@colpos.mx

Los diagramas de manejo de la densidad (DMD) son útiles para planificar el régimen silvícola adecuado para un rodal, según el objetivo de producción. Se planteó el objetivo de elaborar DMD en plantaciones de *Hevea brasiliensis* en Tabasco. Para la construcción del DMD se usaron 42 parcelas de edad entre 5 y 51 años. Se obtuvo densidad de árboles (n), altura total, diámetro medio cuadrático (Dg), altura dominante (Ho), volumen del rodal, biomasa total aérea, e Índice de densidad del rodal de Reineke (SDI). Se ajustaron dos ecuaciones, una que relaciona el diámetro medio cuadrático, con la densidad del rodal y la altura dominante y otra que relaciona el volumen del rodal, con el diámetro medio cuadrático, la densidad del rodal y la altura dominante. Los valores promedio encontrados en las parcelas fueron: El Dg fue de 31 cm, Ho de 25 m, el volumen total medio de $438 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$

¹, la biomasa total aérea de $288 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, el SDI de 698 y (n) promedio por hectárea de 574. Los diagramas cuantificaron la producción maderable (volumen total) y el carbono almacenado (biomasa total aérea). Los gráficos contemplan una escala numérica de densidad de 50 a 1000 árboles·ha⁻¹, el diámetro medio cuadrático varía de 10 a 62 cm, las isolíneas de la altura dominante de 10 a 34 m, el volumen de 25 a 1100 m³·ha⁻¹ y la biomasa total aérea de 50 a 700 Mg·ha⁻¹. El SDI se estableció en un máximo de 1000. Del índice de Reineke máximo se establecieron el 25 % como el inicio de la competencia del arbolado, y 60 % como el inicio de mortalidad inminente. De las parcelas 26 % (11 parcelas) están del 25 al 60 % y 74 % (31 parcelas) se encuentran sobre la línea de mortalidad inminente ($SDI > 60 \%$), por lo cual se requiere aplicar aclareos.

Curvas de abastecimiento nutrimental y concentraciones críticas nutrimentales para *Pinus patula* Schl. et Cham. en etapa de vivero

Nutrient supply curves and critical nutrient concentrations for *Pinus patula* Schl. et Cham. at the nursery stage

Ferman Juárez Mirón^{1*}, Miguel Ángel López-López¹, Elizabeth Estañol-Botello²

1 Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr.México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México.C.P. 56230

2 Escuela Preparatoria Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México.Benjamín Aguilar Talavera Núm.

1,Fraccionamiento LasVegas, C. P. 56180, Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: juarezmiron@outlook.com

Actualmente no existen estándares nutrimentales para verificar el estado nutrimental de la producción de *Pinus patula* en el vivero. El objetivo del presente estudio fue generar curvas de abastecimiento nutrimental y un conjunto de concentraciones críticas foliares para plántula de esta especie. Utilizando la técnica hidropónica de subirrigación se estableció un experimento para proporcionar cinco concentraciones crecientes de nitrógeno, cinco de fósforo y cinco de potasio, para cultivar planta de *P. patula*. La fórmula de Hewitt y Smith (1974) se utilizó como solución base para implementar las concentraciones de los mencionados nutrimentos en la solución nutritiva. Se adoptó un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos por cada nutrimento estudiado. Cada tratamiento se replicó cuatro veces y la repetición fue un grupo de ocho plantas. Los resultados indicaron que las plantas de *P. patula* reaccionan

de acuerdo con un modelo sigmoidal a las concentraciones crecientes de un nutrimento individual. Con base en los modelos del crecimiento de las plántulas se estableció las concentraciones de cada nutrimento en la solución nutritiva, que generan los crecimientos máximos en las distintas características morfológicas de las plantas. Se obtuvieron además las concentraciones críticas foliares de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, manganeso y boro, para plántula de esta especie, cuyos valores fueron: 2.273 % para N y 2762, 4889, 3287, 981, 86, 4.14, 13.7, 437 y 62 mg Kg⁻¹ para P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y B, respectivamente. El manejo nutrimental en vivero influye en la morfología de la planta, por lo que un detallado conocimiento de los efectos de cada nutrimento en la planta, puede ayudar a producir planta prediseñada morfológicamente.

Modelo para estimar el peso verde del cogollo *Agave lechuguilla* Torr. en Mazapil, Zacatecas

Model to estimate green weight buds of *Agave lechuguilla* Torr. at Mazapil, Zacatecas

Héctor Darío González-López^{1*}, Godofredo Martínez-Torres², Eladio H. Cornejo-Oviedo¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Forestal, Buenavista, Saltillo, Coahuila

² Ingeniero Forestal.

* Autor para correspondencia: hectordarioua@gmail.com

El objetivo de este estudio fue seleccionar el mejor modelo de regresión para estimar el peso verde del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. en el Ejido El Rodeo, Mazapil, Zacatecas. Dentro del área se establecieron 74 puntos central tipo selectivo con equidistancia de 100 m cuando menos, en cada punto se seleccionaron cuatro ejemplares, a cada ejemplar se le midió la distancia del punto central a la planta seleccionada, diámetro mayor y diámetro menor de cobertura, se colectaron un total de 296 cogollos, a cada cogollo se le midió el diámetro basal

y la altura. Los cogollos se pesaron con una báscula digital. El mejor modelo para estimar el peso verde del cogollo de *Agave lechuguilla*, fue un modelo lineal simple de la forma: $Y = \beta_0 + \beta_1(Cb * DB)$, en función de la combinación de diámetro promedio de cobertura de la planta (Cb) y diámetro basal del cogollo (DB), con un coeficiente de determinación R^2 de 0.7188, ajustada ($R^2_{Aj.}$) de 0.7177, C.M.E de 2509.28186 g, C.V. de 19.06 %, del coeficiente de Mallows $C(p)$ de 2.00, PRESS de 670929.17 g, valor absoluto de PRESS de 10623.02 y con alta significancia de predicción ($p = 0.0001$).

Durabilidad natural de la madera de seis especies mexicanas expuestas a dos tipos de suelos

Natural durability of six mexcian species exposed to two types of soils

Yolanda Ontiveros Moreno¹, Artemio Carrillo Parra², Serafín Colín Urieta³, Edgar Benjamín López Camacho⁴, José Javier Corral Rivas⁵, José Ciro Hernández -Díaz², José Ángel Prieto Ruíz⁵

1 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan, Valle del Sur, s/n. Durango. Cp. 34120.

2 Instituto de Silvicultura de la Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango. Blvd. del Guadiana No. 501. Fraccionamiento Ciudad Universitaria Cp. 34160.

3 Facultad de Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Michoacán, México. Calle de Santiago Tapia 403 Centro, Morelia, Michoacán. Cp. 58000.

4 Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Calzada de las Américas y Universitarios, Cd Universitaria, Culiacán Rosales, Sin. s/n. Cp. 80040.

5 Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan y Boulevard Durango, Valle del Sur, s/n. Durango. Cp. 34120.

* Autor para correspondencia:

La durabilidad natural de la madera es la capacidad intrínseca que tiene para resistir la degradación, ocasionada por factores bióticos y abióticos. Existen pocos registros de la durabilidad natural de la madera de especies mexicanas. En este estudio se determinó la durabilidad y degradación de la madera de seis especies comerciales de México (*Pinus durangensis*, *Pinus strobiformis*, *Pinus cooperi*, *Juniperus deppeana*, *Quercus sideroxyla* y *Alnus acuminata*), y *Fagus sylvatica* empleada como testigo. Cinco probetas de madera de cada especie se colocaron en contacto con el suelo por 12 meses en cada una de las localidades la REMNSCC, Sinaloa y el predio Las Bayas en Durango. Las probetas se enterraron a 50 % de su longitud y se analizaron

siguiendo las normas europeas EN 252 y EN 350-1. Los datos se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($P < 0.05$), debido a la ausencia de la normalidad de las variables durabilidad y deterioro, se consideraron los factores especie, localidad y área de punzado. Para el análisis de los datos se usó el programa R-Studio. Se encontró que *J. deppeana* fue la madera más durable, clasificada como de Clase 1, mientras que *Q. sideroxyla*, *P. strobiformis*, *P. durangensis* y *F. sylvatica* (control) fueron maderas Clase 2, con ligero ataque *Alnus acuminata* y *P. cooperi* clasificaron como Clase 3 por la evidencia de degradación. Se concluye que *J. deppeana* fue la madera más durable entre las seis especies estudiadas.

Cultivo *in vitro* de hojas de *Magnolia dealbata* Zucc.

In vitro culture of *Magnolia dealbata* Zucc., leaves

Yolotzin Alejandra Márquez Cabrera, Juana Juárez Muñoz*, Ma. Isabel Reyes Santamaría, Joel Meza Rangel, Eliazar Aquino Torres, Rodrigo Rodríguez Laguna

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

* Autora para correspondencia: juana_juarez4981@uaeh.edu.mx

Magnolia dealbata, es una especie que se encuentra en la categoría P (en peligro de extinción, según la NOM-059), debido principalmente a la destrucción y modificación de su hábitat natural, tala inmoderada, ganadería extensiva, agricultura de temporal, aunado a la regeneración pobre y problemas de germinación de la semilla. Como alternativa a la propagación de la especie, se planteó como objetivo del estudio realizar cultivo *in vitro* de *Magnolia dealbata* a partir de hojas, las cuales fueron desinfectadas en tres etapas sucesivas, con benlate, hipoclorito de sodio al 10 %, alcohol al 96 % y Tween 20. Posteriormente las hojas fueron cortadas en un medio aséptico e incubadas en el medio de cultivo Murashige y Skoog con un pH de 5.8, con tres repeticiones de 32 explantes, distribuidos en ocho frascos cada una, adicionando los siguientes

reguladores de crecimiento: 1) 0.5 mg L⁻¹ de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2-4 D), 2) 1 mg L⁻¹ de Kinetina y 3) 0.01 mg L⁻¹ ácido α -naftalenacético (ANA), mezclado con 1.5 mg L⁻¹ de 6-bencilaminopurina (BAP). Las muestras fueron colocadas en fotoperiodo de 16 horas luz a 28 °C. Los resultados mostraron que el uso de los desinfectantes, evitó la contaminación del cultivo en un 89 %. De manera general, se presentó la diferenciación inicial de brotes, en mayor medida con la adición de 1 mg L⁻¹ de Kinetina. Sin embargo, en todos los tratamientos la respuesta fue inhibida por una oxidación gradual desde la segunda semana hasta la finalización del estudio a los 36 días. Lo anterior, hace suponer una alta producción de fenoles del tejido que es necesario controlar. Se sugiere el uso de antioxidantes como carbón activado y/o ácido ascórbico para mejorar la respuesta presentada.

Descripción y evaluación de los indicadores dasométricos en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango

Description and evaluation of dasometric indicators in the ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango

Díaz Vásquez Manuel Antonio¹, Pedro Antonio Domínguez Calleros^{1*}, Sandra Iliana Torres Herrera¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del estado de Durango. Durango, México.

* Autor para correspondencia: pdominguezc@hotmail.com

En los bosques sometidos a planes de manejo, se deben realizar evaluaciones periódicas, con el propósito de observar la respuesta a los tratamientos silvícolas aplicados. Lo anterior con el fin de conocer los cambios estructurales, así como las características dasométricas y de biodiversidad originadas. Esto es posible a través de un sistema de monitoreo previamente establecido, a partir del cual deben obtenerse los indicadores dasométricos y ecológicos. En el presente trabajo se obtuvieron los valores para indicadores dasométricos para el ejido El Brillante, con el fin de conocer los cambios estructurales de la masa forestal, así como las características dasométricas durante un periodo de 7 años. Para lo cual se obtuvieron datos de parcelas permanentes de investigación, repartidas estratégicamente a través de la superficie de dicho ejido. Por lo que fue posible determinar con precisión la densidad del arbolado, sus dimensiones, y la estructura del rodal. Además, se hizo una comparación y un análisis de

los cambios ocurridos durante el periodo de tiempo antes mencionado. dicha información sirve como base en la toma de decisiones para orientar el manejo forestal, en dicho ejido. Dichos indicadores dasométricos son: densidad, área basal, diámetro medio cuadrático, diámetro medio aritmético, varianza diamétrica, altura media, altura dominante y diámetro dominante; los cuales representan valores promedio de cada parcela muestreada y son fundamentales para conocer las características y dimensiones de los árboles individuales y en su conjunto. Los resultados más relevantes muestran cambios favorables dentro del periodo analizado, en el incremento en cuanto a número de árboles y el volumen, con una tasa de cambio del 13 % y 21.8 % respectivamente. Dicha información sirve como base en la toma de decisiones, permiten también observar el efecto de los tratamientos silvícolas aplicados y en función de esto poder orientar el manejo forestal, en dicho ejido.

Modelación de las estructuras diamétricas de los bosques naturales del SW de Durango, México

Modelling diameter distribution of natural forest in SW Durango, Mexico

Alondra Anahí Vega¹, Sacramento Corral-Rivas^{1*}

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de El Salto, 34942. El Salto, Durango, México.

* Autor para correspondencia: sacramento.cr@salto.tecnm.mx

Las distribuciones diamétricas son un factor importante en la caracterización del rodal, el diámetro generalmente está correlacionado con otras variables de interés (altura, volumen, biomasa, etc.) y esto permite conocer el tipo de productos que pueden obtenerse del bosque. En una primera etapa se estudió comparativamente la calidad de ajuste de tres funciones de distribución de probabilidad -FDP- (Weibull, SB Johnson y Beta) utilizando el método de momentos y máxima verosimilitud (FDP Weibull) para el ajuste de los parámetros y describir la distribución diamétrica de 2, 252 parcelas temporales de muestreo, distribuidas en los bosques naturales del suroeste del estado de Durango, México. En la segunda etapa, se recuperaron los parámetros de la FDP que presentó la mejor bondad de ajuste para modelizar la

distribución diamétrica futura. En general, los mejores resultados en términos de precisión y parsimonia en la etapa de ajuste, evaluados mediante el sesgo medio y la raíz del error medio cuadrático, se obtuvieron con la FDP Weibull ajustada con el método de los momentos. Además, la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) reveló el porcentaje más alto de las parcelas estudiadas (70.8 %) que la superan, para un 20 % de nivel de significancia. Por tanto, la FDP Weibull biparamétrica fue seleccionada para modelar las distribuciones diamétricas del rodal a través de la técnica de recuperación de parámetros que sugirió que el 62 % de las parcelas, siguen una distribución teórica tipo Weibull a un 20 % de nivel de significancia con la prueba de KS.

Bases microeconómicas del manejo forestal a nivel de rodal

Microeconomic bases of forest management at the stand level

José Ciro Hernández-Díaz^{1*}, Alberto Pérez-Luna², José Ángel Prieto-Ruiz³, Christian Wehenkel¹

1 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

2 Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México.

* Autor para correspondencia: jciroh@ujed.mx

En México, los programas de manejo forestal (PMF) de predios que cuentan con bosque, en su división dasocrática especifican la superficie del predio que por las características de su arbolado se considera susceptible de aprovechamiento maderable permanente; esta superficie tradicionalmente se divide en rodales. Un rodal es un área relativamente homogénea en fisiografía y exposición. Los rodales se consideran como las unidades básicas para el manejo forestal maderable y, en algunos sistemas de manejo se subdividen en subrodales para agrupar arbolado de características similares que facilite prescribir tratamientos silvícolas. Con la información obtenida en el inventario para manejo que se realiza a través de sitios de muestreo, se calcula la edad promedio de los árboles aprovechables en cada rodal y sus incrementos por hectárea: el incremento medio anual (IMA) y el incremento corriente anual (ICA); además, se estima el volumen total acumulado

(VTA) en pie por hectárea en el rodal, según su edad promedio. Asumiendo que el VTA sigue a través del tiempo una curva sigmoidea, entonces equivale al llamado producto acumulado total (PAT), mientras el IMA e ICA corresponden respectivamente al producto medio (PM) y al producto marginal (PMg) en la teoría de la empresa. El objetivo en este análisis es ilustrar el uso de conceptos microeconómicos para determinar la edad de corta donde se logra la producción periódica máxima referida al volumen de madera por hectárea en cada rodal, que es el punto donde se cruzan el IMA y el ICA y que en el medio forestal se conoce como "turno absoluto". Si en este análisis se incluye el precio ponderado de la madera según sus dimensiones y distribución de productos, es posible determinar la edad de corte en la cual, la producción de madera por hectárea alcanza su óptimo valor monetario, lo que representaría el "turno económico".

Palabras clave: Teoría de la empresa, producto medio, producto marginal, prescripción silvícola, turno absoluto, turno económico.

Sistema patrimonial de manejo forestal para selvas productivas de México

Heritage system of forest management for productive tropical forests of Mexico

Angélica Navarro-Martínez^{1*}, Martín Alfonso Mendoza Briseño², Patricia Negreros-Castillo³

1 Analítica Espacial y Ciencia de Datos, Departamento de Observación y Estudio de la Tierra, la Atmósfera y el Océano, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México.

2 Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, Veracruz, Veracruz, México.

3 Academia Nacional de Ciencias Forestales, A. C., Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: manava@ecosur.mx

Después de revisar la historia forestal mexicana y su contexto mundial en relación con el manejo forestal y la silvicultura, surge la pregunta ¿Será necesario tener más métodos de manejo forestal?. La respuesta es simple, todos los métodos conocidos son inviables para el trópico maderable. Por ello, entre más rápido se abandonen, más pronto se detendrá la fuga de dinero y otros valores causada por las contradicciones de la tecnología empleada. Crear un método nuevo, no viene de una necesidad, sino de la creatividad de quien promueve la innovación. Este no deberá basarse en el fracaso de los métodos actuales o anteriores, sino en demostrar ser suficientemente mejor. Se presenta aquí el Sistema Patrimonial de manejo forestal (SP), que es el resultado de una investigación financiada por el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, concluida en el año 2020. La propuesta

en SP es que el manejo es patrimonial, es decir, lo que se administran son bienes raíces, y por ello, SP no intenta mejorar la cosecha, la salud del bosque, el ingreso, el empleo, los servicios ambientales, ni la sofisticación de la silvicultura o la gestión administrativa de operaciones silvícolas. Lo esencial en SP es ofrecer una gestión responsable, con un desempeño aceptable al dueño y en cumplimiento de la normatividad. El principal resultado, es que se evidenció que el manejo responsable de la madera del bosque es una ruta para liberar lo poco que queda de riqueza natural y ponerla a trabajar a favor del propietario y de la sociedad. Este trabajo concluye que, por razones inevitables, matemáticas, ecológicas y geográficas, la consecuencia incidental de diversificar el valor patrimonial de los inventarios en pie será un bosque más forestal y más apegado a los deseos de la sociedad mexicana actual.

Estimación de parámetros forestales mediante datos de Sentinel 2A en San Bernardino de Milpillás Chico, Pueblo Nuevo, Durango

Estimation of forest parameters using Sentinel 2A data in San Bernardino de Milpillás Chico, Pueblo Nuevo, Durango

Pablito Marcelo López-Serrano^{1*}, José Javier Corral-Rivas², Daniel José Vega-Nieva²

1 Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Durango, México.

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Durango, México

3 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, Durango, México

* Autor para correspondencia: p_lopez@ujed.mx

Los bosques templados requieren de un monitoreo periódico e información espacialmente cuantificable, con el fin de establecer estrategias para el desarrollo de un manejo forestal sustentable. En este sentido, las herramientas geoespaciales como los sensores remotos, permiten generar estimaciones de parámetros forestales de manera indirecta, bajo el supuesto de que existe una correlación estadística entre datos satelitales y parámetros forestales. El objetivo del presente trabajo fue estimar el área basal (G), el volumen forestal (Vta) y la biomasa forestal aérea (W), mediante datos espectrales derivados del satélite Sentinel 2A en la Comunidad de San Bernardino de Milpillás Chico, Pueblo Nuevo, Durango. Se realizó un análisis de correlación entre información dasométrica derivado de 22 Sitios Permanentes de Investigación Forestal y de Suelos (SPIFyS) e información espectral de alta

resolución del sensor Sentinel 2A, con el fin de establecer la relación entre ambas fuentes de información. Posteriormente, se generó un modelo de regresión múltiple para cada parámetro forestal. El coeficiente de correlación (r) más alto se observó en el Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) con valores de 0.77, 0.68 y 0.76 para los parámetros forestales de Vta, G y W, respectivamente. Los modelos desarrollados explicaron un 59 % de la varianza total observada en el Vta ($RMSE=57.60 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), un 58 % en W ($RMSE=39.29 \text{ Mgha}^{-1}$), y un 51 % en G ($RMSE=4.40 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$). El NDVI fue la principal variable predictiva en los tres modelos. Los datos de Sentinel 2A con resolución de 10 metros en combinación con información dasométrica derivada de SPIFyS mostraron una buena capacidad para el mapeo de parámetros forestales en bosques templados.

Establecimiento de un ensayo de aclareo en plantaciones de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham.

Establishment of a thinning trial in *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. plantations

Carlos Noé Caballero-Bautista¹, Wenceslao Santiago-García^{1*}, Citlalli Sanchez-Cruz¹, Gerardo Rodríguez-Ortiz², Martín Aquino-Ramírez³

1 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

2 División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca.

3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Edzná. Campeche, Campeche, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

Pinus patula es una especie de relevancia económica, por su alto potencial productivo en plantaciones forestales. Uno de los métodos más efectivos para controlar la densidad y promover el crecimiento es el aclareo. El objetivo fue establecer un ensayo de aclareo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, que permita evaluar el crecimiento, rendimiento maderable y biomasa aérea de *Pinus patula*. Se estableció un diseño en bloques completos al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Las unidades experimentales consistieron en parcelas cuadradas de 400 m². Los tratamientos fueron las intensidades de aclareo: 0 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 % y 70 %, definidas sobre el área basal inicial. Los valores de las variables de estado dentro de cada bloque (1, 2 y 3) se encontraron en: 1613, 2883 y 2267 árboles por hectárea, área

basal (AB) de 39.5 m² ha⁻¹, 25.5 m² ha⁻¹ y 27.7 m² ha⁻¹, diámetro medio cuadrático (DQ) de 17.1 cm, 10.6 cm, y de 12.5 cm, volumen (VOL) de 429 m³ ha⁻¹, 192 m³ ha⁻¹ y 211 m³ ha⁻¹, biomasa aérea total (B) de 361 t ha⁻¹, 123 t ha⁻¹ y 140 t ha⁻¹; IMA en volumen de 18 m³ ha⁻¹, 8 m³ ha⁻¹ y 9 m³ ha⁻¹, respectivamente. Las variables de estado de la masa remanente quedaron en: 646, 1063 y 1063 árboles por hectárea, 23.0 m² ha⁻¹, 14.9 m² ha⁻¹ y 15.7 m² ha⁻¹ de AB, con DQ de 21.3 cm, 13.4 cm y 13.7 cm, VOL de 262 m³ ha⁻¹, 118 m³ ha⁻¹ y 124 m³ ha⁻¹, B residual de 232 t ha⁻¹, 81 t ha⁻¹ y 86 t ha⁻¹. El establecimiento del ensayo de aclareos constituye las bases para investigar el manejo óptimo de la densidad de plantaciones de *Pinus patula*, que conduzca a mejorar la eficiencia de crecimiento y el incremento a nivel árbol individual.

Caracterización estructural y silvícola de rodales de *Pinus spp.*, y *Quercus spp.*, del Bosque La Primavera, Jalisco, México

Structural and Silvicultural characterization of *Pinus spp.*, and *Quercus spp.*, stands from Bosque La Primavera, Jalisco, Mexico

Agustín Gallegos Rodríguez^{1*}, Efrén Hernández Álvarez¹, Carlos Guzmán Paredes¹
Consuelo Marisela Figueroa Navarro², Daniel Armando Herrera Bojórquez¹

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

²Estudiante de doctorado del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,

* Autor para correspondencia: agustín.gallegos@academicos.udg.mx

El entorno del Bosque La Primavera ha sido afectado por diferentes fenómenos como; condiciones climáticas adversas, impactos causados por el hombre, sobre todo la alta frecuencia de incendios forestales, provocando cambios en la estructura forestal y las condiciones silvícola. La caracterización estructural de los bosques son herramientas esenciales en el manejo forestal sustentable, ya que define básicamente el ordenamiento espacial y temporal de los elementos que lo constituyen. Además de mostrar una correspondencia con la dinámica silvícola del bosque. Los estudios sobre la caracterización estructural y silvícola de este ecosistema son incipientes, por ello la importancia de este trabajo. Objetivo; Caracterizar los rodales de *Pinus spp.*, y *Quercus spp.*, del Bosque La Primavera mediante la estructura horizontal y su dinámica silvícola. Para realizar este trabajo se tomaron los datos de inventarios forestales propios y de la CONAFOR de los años 2005, 2013 y 2020, así como observaciones directas de

campo para determinar la regeneración natural y los métodos silvícolas que dieron origen a las masas arbóreas. Los resultados mostraron que los rodales de *Quercus spp.*, están presentes en el 31 % superficie y los *Pinus spp.*, el 9.5 %. En 2020 los encinos reportaron la densidad promedio por hectárea menor con 277 árboles, mientras que los pinos en el 2005 reportaron 205 árboles. Ambos géneros mostraron el mayor registro de árboles en el 2013 con 515 para los *Quercus* y 281 los *Pinus*. Los *Quercus* tienen presencia en toda la superficie con incendios, pero más en las áreas con más frecuencia de incendios. Sin embargo, los *Pinus* se distribuyen en áreas con menos frecuencia de incendios. La estructura horizontal para los *Quercus* muestra una tendencia asimétrica positiva y los *Pinus* reportan una tendencia más central característica de los bosques con poca generación natural. El método de regeneración predominante es de monte bajo.

Diversidad y distribución de especies arbóreas asociadas a poblaciones de *Pilosocereus leucocephalus* (Poselg.) Byles & G.D. Rowley en Tamaulipas, México

Diversity and distribution of tree species associated with populations of *Pilosocereus leucocephalus* (Poselg.) Byles & G.D. Rowley in Tamaulipas, Mexico

Martha Gabriela Aguilar-Flores¹, Arturo Mora-Olivo^{1*}, Eduardo Ruiz-Sánchez², Mario Rocandio-Rodríguez¹, Jorge Ariel Torres-Castillo¹, Lorena Garrido-Olvera¹

1 Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

2 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México.

* Autor para correspondencia: amorao@docentes.uat.edu.mx

Pilosocereus leucocephalus es una cactácea columnar y arborescente que se encuentra en la lista roja de especies amenazadas de la UICN. Se distribuye en selvas bajas caducifolias, matorrales submontanos y matorrales espinosos, desde Honduras hasta el norte de México en el estado de Tamaulipas. El objetivo de este trabajo fue conocer los árboles asociados a las poblaciones de *Pilosocereus leucocephalus* en el estado de Tamaulipas, así como su patrón de distribución. Para esto se seleccionaron 11 sitios de muestreo en siete municipios con presencia de la especie en estudio. En cada sitio se levantó un censo de las especies de árboles presentes, registrando las coordenadas geográficas, la elevación, el clima y el sustrato. Se recolectaron muestras botánicas de los ejemplares, los cuales se procesaron e identificaron taxonómicamente en el Laboratorio de Botánica del Instituto de Ecología Aplicada en la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Con la lista de especies y los sitios se generó una matriz presencia-ausencia, para realizar un análisis de similitud mediante el índice de Jaccard, utilizando los programas Rstudio y PAST. Los resultados indican una diversidad de 42 especies de árboles, pertenecientes a 39 géneros y 19 familias. Fabaceae fue la familia mejor representada con 14 especies, seguida por Euphorbiaceae con 4 especies y Cactaceae con 3 especies. El análisis de similitud mostró tres grupos. El grupo I quedó representado por el sitio Gómez Farías con especies de selva baja caducifolia húmeda, el sitio II incluyó seis sitios con árboles de selva baja caducifolia más seca y el sitio III tuvo cuatro sitios con especies de selva baja muy seca, matorral submontano y matorral espinoso tamaulipeco. Se concluye que la flora arbórea asociada a *Pilosocereus leucocephalus* se distribuye de acuerdo a las condiciones de humedad presentes en los sitios muestreados en Tamaulipas.

Palabras clave: árboles, cactácea arborescente, Fabaceae, selva baja caducifolia, matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco.

Análisis comparativo de tres programas de manejo forestal en Oaxaca, México

Comparative analysis of three forest management plans in Oaxaca, Mexico

Lourdes Bautista-Pérez¹, Wenceslao Santiago-García^{1*}, Gerónimo Quiñonez-Barraza², Gerardo Rodríguez-Ortiz³, Elías Santiago-García⁴

1 División de Estudios de Postgrado-Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango, Durango, México.

3 División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México.

4 Dirección Técnica Forestal de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: wsantiago@unsij.edu.mx

A mediados del siglo pasado, en México se aplicó una política para la administración de los bosques y selvas basada en el control del estado a través de concesiones a compañías privadas paraestatales. En la década de los 80 's se inicia el movimiento de las comunidades forestales para recuperar el control de sus recursos e impulsar la silvicultura comunitaria. La comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, a partir de 1993 inicia con su primer programa de manejo forestal (PMF), con el objetivo de lograr un buen manejo silvícola, la conservación de los recursos forestales y la provisión de fuentes de empleo. El objetivo de esta investigación fue comparar tres PMFs que se han implementado en la comunidad de Ixtlán de Juárez, y su contribución a la conservación de los recursos forestales, mediante una caracterización silvícola y dasométrica del bosque bajo manejo. Para esto, se obtuvo información de tres PMFs implementados en la comunidad,

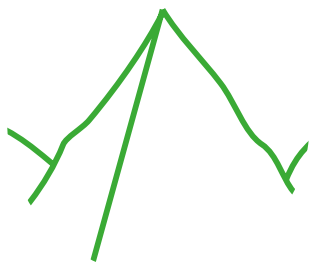
considerando los sistemas de manejo aplicados, los tratamientos silvícolas, la estructura que tenían originalmente los subrodales y las especies que promovieron las cortas de regeneración. La comparación de las variables de estado a nivel subrodal de los tres PMFs, se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los resultados indicaron que en el primer programa de manejo los rodales eran sobremaduros por lo que se aplicaron aclareos intensivos y en los dos programas posteriores se aplicaron las cortas en franjas alternas y las cortas en selección, donde quedó demostrado que a medida que se incrementó la intensidad de manejo en los subrodales, estos obtuvieron características mejores en cuanto al incremento en el área basal y volumen, favoreciendo la regeneración y el establecimiento del género *Pinus*, desplazando la dominancia del género *Quercus*, sin afectar la riqueza y diversidad del bosque.

Palabras clave: manejo forestal, programa de manejo, silvicultura, sistemas de manejo, tratamientos silviculturales.



CAPÍTULO XIII

Socioeconomía y Gobernanza Forestal



Este año 2021, tenemos la oportunidad de congregarnos en el XV CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES, bajo el flagelo de una pandemia por coronavirus que nos ha restringido, más no inhibido de hacer este intercambio científico que el liderazgo e innovación de la Universidad de Guadalajara, que nos ha permitido compartir en forma virtual bajo el lema "La gestión eficiente de los recursos forestales: reto y oportunidad de todos".

La mesa temática de Socio economía y Gobernanza Forestal nos permite compartir y divulgar resultados de investigaciones científicas y nuevas practicas profesionales por investigadores, profesionales, y estudiantes en América Latina, y nos permita aumentar el conocimiento en varios temas de mucha relevancia y pertinencia para el sector forestal y los bosques de México, Cuba, Guatemala, Honduras, Panamá, Colombia, y Perú.

Esta mesa temática se fortalece con 26 ponencias en las distintas ramas de la economía, manejo, política, perspectivas de futuro y la ética y rol de nuestro quehacer en los nuevos contextos y desafíos que tiene el sector y los bosques de Latinoamérica. Esta mesa se organizó cinco grandes temas de discusión:

La construcción de capacidades, extensionismo, y desarrollo de tecnologías innovadoras que le permitan a las comunidades y al sector privado asumir el manejo sostenible del bosque para la producción de bienes y servicios para la sociedad y garantizar su conservación.

La valoración y análisis económico de la sostenibilidad de las cadenas de valor de los bienes y servicios forestales desde las actividades de manejo sostenible del bosque,

pasando por industrias transformadoras de madera, carbón vegetal, el ecoturismo, y el desarrollo de nuevos mercados de México y Cuba.

Los temas de reforma de política y fortalecimiento de las gobernanza y legalidad forestal. Particularmente, se comparten valiosas experiencias de fortalecimiento de la gobernanza forestal mediante la participación de actores relevantes para la reforma de normativas y otras iniciativas de sector forestal. Por otro lado, se muestran importantes avances en temas de mejora de la aplicación de la legislación forestal y fortalecimiento de la institucionalidad forestal a través de iniciativas de Control y Vigilancia Forestal Independiente en Honduras, Panamá y Perú. Adicionalmente, se analizaron las experiencias de procesos de fortalecimiento de capacidades a micro, pequeñas y medianas empresas del sector forestal su formalización y adopción de actividades lícitas en la producción y comercio de productos forestales en Honduras, Colombia y Guatemala con un enfoque de perspectiva de género e inclusión social.

Evaluación del Impacto de Incentivos Forestales presente avances de investigación sobre las percepciones de las comunidades sobre los beneficios del Pago por Servicios Ambientales, y otros mecanismos de compensación en México. Por otro lado, también se discuten iniciativas que usan la legalidad forestal como incentivos como es el caso de las compras públicas de madera en Colombia, Guatemala, Honduras y Perú.

Finalmente, se da lugar a temas de discusión más profundos como aspectos éticos y filosóficos sobre las perspectivas del sector forestal de cara con los desafíos económicos, sociales y ambientales del siglo XXI; y cómo las ciencias y la profesión forestal tiene importantes oportunidades de contribuir en la construcción de una economía verde mediante aportar bioproductos sostenibles de baja huella de carbono y producidos localmente.

Dr. Guillermo Navarro Monge

El papel del extensionismo en procesos de gestión silvícola en México

The role of extensionism in forestry management processes in Mexico

Maribel López-Camacho^{1*}, María Isabel Palacios-Rangel¹

¹ Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

* Autor para correspondencia: m.lopez@ciestaam.edu.mx

La extensión silvícola a nivel internacional se ha desarrollado en respuesta a las necesidades de medios efectivos para la difusión de tecnologías e innovaciones forestales algunas veces orientadas hacia productores silvícolas y otras a comunidades rurales, a través de programas de extensión. Éstos se han desarrollado como parte de estrategias que promueven la gestión forestal respetando los diferentes modelos de extensión en que se inscriben. En México, el gobierno es el encargado de promover el extensionismo forestal, cuyo centro son los poseedores de recursos forestales. Sin embargo, sus estrategias de promoción del cambio han sido insuficientes, ya que no han logrado una transformación sostenible del sector, y su propuesta tecnológica no ha sido adoptada por la mayoría de los silvicultores. En este trabajo se analiza la trayectoria que han seguido los servicios de extensión forestal en México, a partir de los diferentes enfoques que

han prevalecido en el ámbito forestal nacional, para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la agenda 2030. La información se obtuvo a través de entrevistas semiestructuradas con actores clave y extensionistas forestales. Los resultados muestran que el enfoque de extensión mixto (público-privado) basado en la extensión receptiva con un enfoque participativo, ha tenido mejores resultados en la gestión forestal de los bosques; no obstante, el sistema de financiamiento basado en subsidios ha sido insuficiente para lograr el fortalecimiento y la participación de los productores forestales, en la gestión y conservación de los recursos forestales. Se concluye que para cumplir con los ODS y la agenda 2030, en el país se requiere impulsar un enfoque de extensión basado en un diálogo más flexible entre productores y técnicos, para lo cual el gobierno debe desarrollar políticas de promoción de créditos que sustenten el cambio tecnológico en el sector.

Análisis del proceso de extracción y transporte de la madera en la EAF Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba

Analysis of the process of extraction and transport of wood in the EAF Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba

Mario Alejandro Lima Cruz^{1*}, Damián Guerra Castellón², Madelén C. Garófalo Novo³

1 Departamento técnico, Jardín Botánico de Cienfuegos, Cuba.

2 Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Departamento Forestal, Universidad de Pinar del Río Cuba.

3 Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Departamento de Matemática, Universidad de Pinar del Río Cuba.

* Autor para correspondencia: mariolimacruz1997@gmail.com

Las operaciones forestales comprenden diferentes gastos, como mano de obra y los relacionados con la maquinaria. El sector forestal en Cuba es una industria poco desarrollada, con un alto consumo de recursos energéticos. Este estudio tuvo como objetivo proponer una estrategia para optimizar el aprovechamiento forestal (extracción y transporte de la madera) en la EAF Trinidad, de la provincia Sancti Spíritus. Se analizó el aprovechamiento en el año 2019 y el 1er trimestre de 2020. Para caracterizar las plantaciones se analizó: altura total del individuo, altura de la primera rama, altura de copa, diámetro del individuo, radio de copa y edad. A partir de estos, se calculó volumen por individuo (v) y volumen total (V). La distancia de transporte entre los diferentes acopiadores y los dos aserraderos de la empresa fue determinada con ayuda de la base cartográfica de GEOCUBA. Los costos de salarios, combustibles y lubricantes

fueron aportados por la EAF Trinidad. La validación matemática del modelo se realizó con el "Linear and Integer Programming" del paquete WinQsb. Existen 25 ha de nuevas plantaciones y 345 ha con más de 25 años. El volumen promedio fue de $6,29 \text{ m}^3$ de madera en 0,01 ha. La distancia entre plantaciones y el aserrío en Topes de Collantes estuvo entre 4 y 10 km. El ubicado en Trinidad estuvo entre 30 y 40 km. La tecnología de aserrío es obsoleta y el proceso de extracción es semi-mecanizado, con el empleo de yuntas de bueyes y tracto copiadador. En la ecuación obtenida con coeficiente de correlación de 75.7 %, las variables utilizadas explican el 56.8 % del consumo de combustible. La tecnología de transporte utilizada conlleva elevados costos, por lo que no es rentable el proceso de producción. Adquirir nuevos camiones hará más eficiente el consumo de combustible y el transporte de madera.

Evaluación de sustentabilidad del Bosque de *Abies religiosa* (Kunth) Schldtl. et Cham. de la alcaldía La Magdalena Contreras, Ciudad de México, México

Sustainability evaluation of the *Abies religiosa* Forest (Kunth) Schldtl. et Cham. of the Mayor's Office La Magdalena Contreras, Mexico City, Mexico

Lizbeth Cárdenas González¹, José Antonio Benjamín Ordoñez Díaz²

¹ Estudiante de la Facultad de Ciencias UNAM.

² Profesor del Tec de Monterrey y Facultad de Ciencias UNAM.

El bosque de *Abies religiosa* (Kunth) Schldtl. et Cham. ubicado en la alcaldía La Magdalena Contreras ofrece diversos servicios ecosistémicos; es un pulmón verde para la Ciudad de México (CDMX) y está siendo amenazado constantemente por el crecimiento de la mancha urbana. El presente estudio se realizó a fin de identificar los principales indicadores socioeconómicos y ambientales que permitan evaluar la sustentabilidad. Para ello, se utilizó el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Se realizó el estudio en etapas: 1) identificación de los puntos críticos del sistema, 2) identificación de indicadores y asignación de valores y 3) análisis no paramétrico con generación de índices. En total se identificaron 36 indicadores con 54 índices de los cuales el 50 % (27) fueron de tipo social, 30 % (16) de tipo ambiental, y el 20 % restante (11) de tipo

económico. A partir de los indicadores se asignó un valor ponderado. El índice de sustentabilidad (IDS) resultó 0.51, siendo el valor ideal de sustentabilidad igual a 1, lo que significa que el bosque de *Abies religiosa* de la alcaldía La Magdalena Contreras se posiciona en un nivel "regular" de sustentabilidad. Los aspectos que se deben atender para alcanzar la sustentabilidad en el sistema de La Magdalena Contreras son: crear relaciones de confianza entre los propietarios del bosque, consolidar la colectividad, establecimiento de mecanismos económicos que garanticen ingresos y la participación activa de los actores involucrados en la rentabilidad. Es importante por ello, impulsar la educación ambiental, ofrecer más alternativas de empleo, participación comunitaria, diversificación económica, promover la innovación y transferencia de tecnologías para la conservación y manejo integral del bosque.

El sector forestal de México de cara al siglo XXI

The Mexican forestry sector facing the XXI century

Miguel Caballero Deloya^{1*}

¹ Posgrado en Ciencias Forestales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De México.

* Autor para correspondencia. mcaballero@colpos.mx

El sector forestal de México evidencia hoy, los efectos adversos de un pasado de errores, deficiencias y abusos hacia los ecosistemas forestales. La condición actual del recurso natural refleja una enorme problemática en los tres ejes del desarrollo sustentable, económico, social y ambiental. En lo económico, el monto de la producción maderable ha permanecido prácticamente estático en las dos últimas décadas, impactando en un creciente déficit en la balanza comercial del sector. La aportación del sector al PIB nacional permanece por debajo del 1 %. Desde la perspectiva social, la pobreza y la marginación en el entorno de los bosques del país, continúa sin perspectiva de solución.

El país enfrenta un porvenir incierto, con gran preocupación entre otros, respecto a los impactos adversos del cambio climático, el creciente proceso de degradación, destrucción y contaminación de los ecosistemas terrestres y marinos, la pérdida de la biodiversidad y la pobreza y marginación de millones de habitantes

que subsisten en los entornos forestales. En lo económico, el México moderno afronta una creciente demanda de bienes y servicios derivados de los bosques. La problemática plantea la urgente necesidad de una minuciosa planeación orientada a la conservación, al uso y al manejo sustentable de los recursos forestales, con perspectiva de largo plazo. Respecto a la provisión futura de bienes y servicios del recurso, se precisa de una prospectiva de mercado, partiendo de la oferta y la demanda futura de los ecosistemas forestales para los tres ejes de la sustentabilidad. Aspectos relevantes a considerar en la planeación futura son: manejo forestal sustentable a partir de la cuenca hidrológica, apoyo al desarrollo comunitario, la complementación del bosque natural con plantaciones forestales, apoyo a la cadena forestal productiva y de valor, establecimiento de plantaciones con fines energéticos, plan efectivo de ordenamiento territorial y adecuada gobernanza.

Gobernanza comunitaria de la conservación del bosque de San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX

Community Governance of forest conservation in San Miguel Topilejo, Tlalpan, CDMX

Susana Aguilar Martínez¹, Esteban Valtierra Pacheco^{1*}, Manuel de Jesús González Guillén², José María Salas González³, Aurelio León Merino¹, Martín Hernández Juárez¹

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Desarrollo Rural.

2 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Ciencias Forestales.

3 Universidad Autónoma Chapingo, Sociología Rural.

* Autor para correspondencia: evaltier@colpos.mx

La gobernanza comunitaria es un proceso de construcción de acuerdos y toma de decisiones sobre los recursos de uso común, que considera normas que regulan el acceso, uso y manejo del territorio y los derechos y obligaciones de cada uno de sus dueños de los recursos. El nivel y tipo de gobernanza generada en cada comunidad dependerá del grado de participación de sus miembros para la generación de acuerdos que sustentan las decisiones y acciones colectivas sobre su territorio. El objetivo del presente estudio fue conocer el nivel de gobernanza comunitaria sobre la conservación del bosque de San Miguel Topilejo. Se aplicó una encuesta a una muestra de 58 comuneros. El nivel de gobernanza se determinó a partir de criterios e indicadores sobre capital social, acción colectiva y la organización local de la

comunidad. Los resultados muestran que la comunidad presentó un bajo grado de gobernanza en el manejo y conservación de los recursos forestales. El capital social generado en la comunidad es bajo porque no ha permitido la cohesión entre sus miembros. La acción colectiva presenta una falta de cooperación y coordinación para el proceso de toma de decisiones para el cumplimiento de normas y sanciones. El nivel de organización en la comunidad es básico, porque es muy elemental la estructura de cargos y roles para participar en la gestión forestal. Se concluye que la comunidad presenta un nivel bajo de gobernanza, debido a la falta de objetivos claros, falta normas y sanciones bien establecidas y falta de involucramiento de los comuneros en los procesos de toma de decisiones y en la gestión de los recursos de uso común.

Sistema de gestión estratégica forestal participativa para el desarrollo forestal sustentable

Strategic participatory forest management system for sustainable forestry development

Concepción Luján-Álvarez^{1*}, Jesús Miguel Olivas-García¹, Susana Vázquez-Álvarez²,
Javier Hernández-Salas¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza¹

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Delicias, Chihuahua., México.

² Consultor Forestal. Delicias, Chihuahua, México.

* Autor para correspondencia: clujan12@hotmail.com

Los impactos de la globalización económica se manifiestan en las dimensiones social, económica-financiera, institucional y ambiental, en una sociedad gobernada económicamente *de arriba hacia abajo*. En México, esos efectos han creado la necesidad de desarrollar con visión de sustentabilidad el sector forestal. El objetivo fue establecer un sistema de gestión estratégica forestal participativa que impulse el desarrollo forestal sustentable. Este sistema de gestión es integral, sistemático, adaptativo, y se basa en el pensamiento estratégico, la visión holística y la democracia participativa, e incluye toma de decisiones de “abajo hacia arriba”, con observancia de la normativa establecida. Se establece el sistema con el diseño, aplicación, acompañamiento multidimensional y seguimiento para el desarrollo forestal sustentable en el ejido El Largo y Anexos, Chihuahua, Mex. Las etapas del proceso de gestión estratégica participativa están estructuradas sistemáticamente en un proceso continuo, sistemático, sistémico,

adaptativo y con visión de futuro. Se definieron cinco ejes de desarrollo: manejo forestal y biodiversidad, abastecimiento y producción forestal, desarrollo industrial, desarrollo de mercados y organización y administración. Como resultado, se han logrado avances en los diferentes ejes de desarrollo establecidos (e.g. mejoramiento de niveles organizacionales y administrativos), mejor nivel de productividad, buen manejo forestal, incremento de empleos y oportunidades de mercados, entre otros. En conclusión, el sistema se caracteriza por ser *integral* y dinámico diferente al *modelo tradicional* del desarrollo forestal en ejidos forestales. Promueve el desarrollo forestal participativo, anticipativo y autogestivo, ya que son los ejidos forestales quienes viven con los efectos de las acciones tomadas en su comunidad. Representa un cambio de paradigma integral; puede ser replicado a escalas local, regional y nacional en diferentes condiciones sociales, económicas y ambientales.

Palabras clave: Chihuahua forestal, visión holística, comunidad sustentable, modelo de gestión forestal, sistema socioecológico.

Afectar y compensar: un experimento de elección aplicado en una localidad de la Sierra Norte de Puebla

Affect and compensate: a choice experiment applied to a locality in the Sierra Norte de Puebla

Alin Nadyely Torres Díaz^{1*}, Manuel de Jesús González Guillén¹, Héctor M. De los Santos Posadas¹, Aurelio León Merino¹, Patricia Hernández de la Rosa¹

¹ Colegio de Postgraduados. Ciencias Forestales. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: alindt.biol@gmail.com

La valoración económica de servicios ecosistémicos que carecen de un precio de mercado ha demostrado ser una herramienta útil para conocer las preferencias de los individuos y establecer políticas ambientales de uso y conservación. El objetivo de este estudio fue estimar la disposición a aceptar una afectación a los bosques en la localidad de San Juan Tahitic, en la Sierra Norte de Puebla. Se aplicó el método de experimentos de elección, los juegos de opciones se obtuvieron a través de un diseño factorial fraccionado, utilizando cuatro atributos con tres niveles cada uno: 1) riqueza de especies, 2) biomasa, 3) accesibilidad y 4) compensación anual a cada familia. Se entrevistaron aleatoriamente a 61 jefes de familia, a cada uno se le presentaron cuatro juegos de elección con cuatro escenarios cada

uno (incluido el *status quo*), dando un total de 244 elecciones. Los resultados muestran que las personas de la localidad tienen una mayor preferencia por mantener su bosque sin afectaciones, aunque no reciban compensación alguna. Lo anterior, probablemente se deba a la cosmovisión que las personas tienen sobre sus recursos naturales y a la gran cantidad de beneficios que obtienen de los mismos. En caso de aceptar un deterioro, el atributo de mayor valor para los entrevistados es la biomasa, seguido de la riqueza de especies. Además, se prefiere que las afectaciones se lleven a cabo en sitios con menor accesibilidad. Este estudio da las pautas para generar políticas y administrar espacialmente el uso y conservación de los recursos en la comunidad.

Valoración económica de la flora en la localidad de San Juan Tahitic, Puebla

Economic valuation of the flora in San Juan Tahitic, Puebla

Alin Nadyely Torres Díaz^{1*}, Manuel de Jesús González Guillén¹, Héctor M. De los Santos Posadas¹, Patricia Hernández de la Rosa¹, Aurelio León Merino²

¹ Colegio de Postgraduados. Ciencias Forestales. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

² Colegio de Postgraduados. Socioeconomía, Estadística e Informática. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

* Autor para correspondencia: manolojgg@yahoo.com.mx

El valor económico total de la biodiversidad incluye: el valor de uso directo, tanto de consumo (productos derivados de las especies) como de no consumo (dado por los sitios recreativos y de observación de especies), el valor de uso indirecto (servicios ecosistémicos) y el valor de no uso (de existencia y de opción). Actualmente, estimar estos valores, sobre todo aquellos que no poseen un precio de mercado, es uno de los principales desafíos de la valoración económica. El objetivo de este estudio fue estimar espacialmente el valor de uso directo y de no uso de la diversidad de flora, en la localidad de San Juan Tahitic, Puebla. A partir del establecimiento de unidades de muestreo se caracterizó la composición y estructura de las comunidades vegetales. A través del diseño, construcción y aplicación de una encuesta semiestructurada, se obtuvo el valor de uso directo de las especies

para conocer el valor de mercado de cada producto o sus derivados, o bien, de un producto sustituto. El valor de no uso se calculó mediante la aplicación de un experimento de elección conformado por cuatro atributos: 1) riqueza de especies, 2) biomasa, 3) accesibilidad y 4) compensación anual a cada familia, con tres niveles cada uno. Una vez obtenido el valor económico para ambos tipos de usos y en cada unidad de muestreo, este se extrapoló para toda la localidad a partir de variables medioambientales y sociales. Se presenta cartografía del gradiente de valor económico estimado donde se observa que los sitios con una elevada riqueza de especies y biomasa, pero con una accesibilidad alta a media, presentan los valores más elevados. Este estudio representa una herramienta valiosa en la toma de decisiones sobre la conservación y manejo de la biodiversidad del lugar.

Experiencia comunitaria en la producción de carbón vegetal: el caso de San Juan Evangelista Analco, Oaxaca, México

Community experience in charcoal production: the case of San Juan Evangelista Analco, Oaxaca, Mexico

Brenda Melisa Medina Alvarado¹, José Antonio Benjamín Ordóñez Díaz^{1,2,3,4*}, Anabell Munguia Barcenás^{1,2}, Luis Enrique Ortega Treviño^{1,2}, Adolfo Galicia Naranjo^{1,2}

1 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

2 Servicios Ambientales y Cambio Climático, SACC A.C.

3 Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México (ITESM-CCM).

4 The Climate Reality Project

* Autor para correspondencia jabordonez@ciencias.unam.mx

En México, la leña es el principal combustible utilizado en el medio rural con un consumo aproximado de 38 millones de m³año⁻¹; en Oaxaca, el 100 % de los hogares rurales consumen leña y carbón. En la comunidad Forestal San Juan Evangelista Analco (SJEA), se generaban desperdicios de madera y algunas partes de los bosques acumulaban biomasa leñosa muerta que no se aprovecha y puede alimentar los incendios forestales; las mujeres de la región se dedican a trabajar en la agricultura y actividades propias del hogar, y muchos hombres migran para completar el gasto familiar ya que difícilmente los productos agrícolas o forestales generan la derrama económica adecuada. Es por ello que la Presidente del Comisariado de Bienes Comunes de SJEA, en colaboración con otras mujeres, desarrollaron una iniciativa para producir carbón vegetal de buena calidad, ya que se necesita para la preparación de alimentos y exportación hacia grandes

ciudades como Oaxaca y Ciudad de México, a fin de buscar la diversificación económica de productos no forestales y generar empleos así como un ingreso seguro para las familias de la comunidad. El resultado es una producción de carbón de 17 toneladas mensuales en hornos tipo Rabo Quente. Los resultados obtenidos indican buena calidad del carbón, no solo en presentación sino en calidad que se mide por su poder calorífico. Por otra parte, esta iniciativa ha generado empleos, ya que en un inicio se integraron 40 mujeres mayores, aunque actualmente quedan 12, debido a que la madera es cortada con hachas, siendo así un trabajo de gran dificultad que requiere de una rajadora hidráulica y un montacargas. Es importante resaltar que este tipo de proyectos requiere de un trabajo multidisciplinario para lograr armonizar una cadena productiva amigable con el ambiente.

Revisión del marco normativo para el aprovechamiento y transporte de productos forestales en el estado de Veracruz, México

Reviewing of the regulatory framework for the exploitation use and transportation of forest products in the state of Veracruz, Mexico

Paloma López-Colunga^{1*}, Rene Murrieta-Galindo², Johanna Cilano-Peláez³, María Graciela Hernández-Orduña⁴

1 El Colegio de Veracruz (COLVER), Desarrollo Regional Sustentable, Xalapa, Veracruz, México.

2 El Colegio de Veracruz (COLVER), Desarrollo Regional Sustentable, Xalapa, Veracruz, México.

3 Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León (ENES León), León, Guanajuato, México.

4 El Colegio de Veracruz (COLVER), Desarrollo Regional Sustentable, Xalapa, Veracruz, México.

* Autor para correspondencia: paloma.l.colunga@gmail.com

Veracruz cuenta con una extensión de 7,146,131.02 ha de las cuales casi el 30 % se considera áreas forestales, bosques templados, selvas, ecosistemas riparios, etc.; el 70 % restante son áreas no forestales que incluyen áreas agrícolas, cafetales de sombra, pastizales, asentamientos humanos, cuerpos de agua y áreas desprovistas de vegetación. El objetivo planteado consistió en analizar, las leyes, reglamentos y normas nacionales e internacionales que conforman el marco normativo para el aprovechamiento y transporte de productos forestales procedentes de terrenos diversos a lo forestal en el estado de Veracruz, México. Se encontró que las actividades de manejo, cultivo, conservación y aprovechamiento en las áreas forestales son reguladas por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. No obstante, los aprovechamientos forestales en

zonas no forestales o terrenos diversos a lo forestal como áreas agrícolas, zonas urbanas, cafetales de sombra o potreros, son regulados y administrados por la Dirección General de Desarrollo Forestal (DGDF) de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (SEDEMA), en cumplimiento con lo dispuesto en el Artículo 11 de la Ley Número 555 de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; y su Reglamento. Por tanto, SEDEMA es la instancia encargada de emitir las autorizaciones de aprovechamiento y transporte de madera, sin embargo, la verificación del uso correcto de esta documentación tanto a nivel nacional y estatal, queda en manos de personal que carece de los documentos técnicos necesarios para identificar los productos forestales derivados de las actividades de aprovechamiento.

Compras públicas de madera en Colombia, Guatemala, Honduras y Perú

Public purchases of timber in Colombia, Guatemala, Honduras and Peru

Blady Nhaydú Bohorquez Carvajal^{1*}

1 Programa de la FAO y la Unión Europea sobre la Aplicación de las leyes, gobernanza y comercio forestales (Programa FAO - UE FLEGT).

* Autor para correspondencia: blady_nhaydu@yahoo.es

A nivel mundial las compras públicas representan importantes cifras que aportan al producto interno bruto de los países y son varios los ejercicios que se vienen desarrollando alrededor de su análisis. Lo anterior con el fin de demostrar la incidencia de las compras estatales, en los mercados en diferentes niveles. Es así como una compra pública, dirigida y bien organizada, puede impulsar la organización de comunidades productoras y de pequeños *clusters* en los diferentes eslabones de la cadena de valor. En el tema de madera y sus productos derivados, las denominadas compras públicas responsables, podrían llegar a posicionarse como un factor importante del manejo forestal sostenible de los ecosistemas boscosos. Países como Colombia, Guatemala, Honduras y Perú vienen desarrollando compras públicas de madera, principalmente para los sectores de construcción, educación

y defensa, compras que en muchos casos obedecen al cumplimiento de la normativa de la contratación estatal, sin que contemplen las acciones de legalidad y sostenibilidad de su procedencia. A la par y en el marco de la agenda 2030, los países en mención han venido adquiriendo compromisos en el marco del objetivo de desarrollo sostenible -ODS- 17, referente a la producción y consumo responsable. El objetivo es presentar el análisis de los avances de los cuatro países en el desarrollo de políticas de compras públicas de madera, sus principales retos, lecciones aprendidas y desafíos que enfrentan. Lo anterior de igual forma aporta a la necesidad de sensibilizar al ciudadano del común sobre el tema e incluir en su conciencia las compras responsables y buenos hábitos de consumo, que le compete al sector público, privado y sociedad civil en general.

Pacto intersectorial por la madera legal en Colombia

Intersectoral Pact for Legal Timber in Colombia

Blady Nhaydú Bohorquez Carvajal^{1*}, Luz Stella Pulido Pérez², Orfy Rocío Revueltas Silva³

1 Programa de la FAO y la Unión Europea sobre la Aplicación de las leyes, gobernanza y comercio forestales (Programa FAO - UE FLEGT).

2 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.

3 FAO Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

* Autor para correspondencia: blady_nhaydu@yahoo.es

El Pacto Intersectorial por la Madera Legal en Colombia es una iniciativa que desde hace una década ha unido al sector público, privado y sociedad civil para trabajar mancomunadamente contra el tráfico ilegal de madera de bosque natural. Desde su inicio, el propósito del Pacto fue asegurar que la madera extraída, transportada, comercializada y utilizada, proviniera exclusivamente de fuentes legales. Esta iniciativa ha ubicado a Colombia como pionera en la construcción de espacios voluntarios para el diálogo, la concertación y la toma de decisiones a nivel nacional y subnacional en diferentes territorios del país. Aunque otros países de América Latina, han suscrito pactos por la madera legal similares, la experiencia de Colombia ha tenido la mayor duración y los resultados más contundentes. El Pacto ha sido visto como una herramienta para enfrentar la

deforestación en el país; puesto que, a pesar que la conversión de los bosques naturales a otros usos no responde a un aprovechamiento de sus maderas para la industria; el aprovechamiento selectivo de especies valiosas demandadas por el comercio, termina generando el agotamiento y muchas veces la extinción de las mismas y de alguna manera contribuye en la degradación de los ecosistemas boscosos, que finalmente terminan desapareciendo, para dar lugar a otro uso de la tierra. A partir de una evaluación de impacto, desarrollada de forma participativa, se pretende dar a conocer los principales resultados, impactos y lecciones aprendidas durante diez años de vigencia de la iniciativa, de tal manera que sirva de referente para países de la región, a fin de establecer alianzas público privadas con objetivos comunes.

Transmisión de conocimiento herbolario en comunidades mazahuas-otomíes: el caso de estudiantes de la Universidad intercultural

Transmission of herbal knowledge in Mazahua-Otomí communities: the case of students of the Intercultural University

Joel Rodríguez Zúñiga^{1*}, Manuel de J. González Guillén², María Consuelo Marín-Togo¹, Norma Trinidad Fernández Nieto¹

1 Universidad Intercultural del Estado de México. San Felipe del Progreso, Estado de México.

2 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, México. 56230.

* Autor para correspondencia: rodrizujoe@gmail.com

En México, el uso de las plantas medicinales (PM) como remedio natural es una práctica ancestral valiosa de comunidades rurales e indígenas. Sin embargo, existe poca información de la vinculación entre el conocimiento empírico y fenomenológico en el uso de las plantas. El objetivo de esta investigación fue analizar el papel que juega el estudiante de enfermería con enfoque intercultural durante su proceso de formación profesional, en la conservación y fomento del conocimiento de las PM y del bienestar social. Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada a estudiantes de la Universidad Intercultural del Estado de México, a sus padres o tutores, y a personas de las principales comunidades de origen

sobre conocimiento, usos y beneficios de las PM. La información recolectada se analizó a través de un modelo logístico multinomial. Los resultados indican que 80 % de los estudiantes entrevistados se identifican con la etnia mazahua (70 %) y otomí (10 %). Se encontró que existe una “transmisión del conocimiento” (TC) de PM del 9.6 % de los padres a alumnos; la edad e ingreso son determinantes en el conocimiento de PM; y el 32.4 % opina que hay un ahorro económico por el uso de PM entre el 10 % y 50 %. La TC se da mayormente en plantas menos conocidas y de distribución local. Se concluye que, el estudiante rescata y fomenta el uso tradicional de las PM, lo que abona al mejoramiento de la economía doméstica y calidad de vida de los pueblos originarios.

Evolución en el manejo y conservación de los bosques comunitarios del noroeste de Durango, México

Evolution in the management and conservation of community forests in northwestern Durango, Mexico

Aide Yareni Heredia-Telles^{1*}, Gustavo Pérez-Verdín¹, María Elena Serrano-Flores², Luis Arturo Ávila-Meléndez³, Elvira Duran-Medina⁴, Francisco Cruz-García⁵

1 Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Durango, Sigma 119, Durango, México

2 Instituto Politécnico Nacional, CIEMAD, Instituto Politécnico Nacional, 30 de Junio de 1520 s/n, La Laguna Ticomán, Gustavo A. Madero, 07340 Ciudad de México.

3 Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Michoacán, Justo Sierra Ote. 28, Centro 1, 59510 Jiquilpan de Juárez, Michoacán.

4 Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Oaxaca, Hornos No 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca.

5 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila.

* Autor para correspondencia: aide_heredia@hotmail.com

Aproximadamente el 60 % de la superficie boscosa de México se encuentra bajo el esquema de propiedad social. No obstante, en el pasado para estas regiones existía una relación de subordinación entre entidades externas y los propietarios del recurso forestal con las llamadas "concesiones forestales". El impulso al manejo forestal comunitario generó el reconocimiento de los propietarios hacia sus recursos, situación que ha originado distintas dinámicas de organización y empoderamiento, así como la manera de realizar un manejo forestal con mayor responsabilidad social y ambiental. El estudio tuvo como objetivo analizar el rol de los propietarios como administradores del recurso y sus procesos de interacción en la toma de decisiones en torno al manejo forestal. Se analizaron tres ejidos forestales de la región noroeste del Estado de Durango. El papel de los propietarios y sus instituciones se analizó

a través de los Índices de Organización Social e Institucionalidad Comunitaria. Se utilizó el porcentaje de cobertura forestal generado con las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación (Serie I, II, III y VI), para conocer su comportamiento a través del tiempo. En los resultados se puede observar un cambio positivo en la cobertura forestal de los tres ejidos, entre el periodo de las concesiones forestales (1950-1979) y el actual impulso al manejo forestal comunitario (1980-2019). Igualmente se observa una relación positiva entre los niveles de organización de los propietarios y la calidad de sus instituciones locales en la toma de decisiones del recurso forestal con la conservación del recurso que mantienen los ejidos. Estos resultados podrían indicar que un nivel alto de organización y calidad en las instituciones dentro de los ejidos serían condiciones favorables para el logro de un aprovechamiento forestal sustentable.

Palabras clave: acción colectiva, cobertura forestal, institucionalidad comunitaria, manejo forestal comunitario, organización social.

Análisis sobre experiencias de Vigilancia Forestal Independiente en Honduras, Panamá y Perú: insumos para la buena gobernanza forestal

Analysis of Independent Forest Vigilance experiences in Honduras, Panamá and Perú: inputs for the good forest governance

Max David Yamauchi Mansur Levy^{1,2*}, Guillermo Navarro², Fernando Carrera Gambetta¹, Angela Díaz Briones¹, Róger Villalobos Soto¹

1 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Unidad de Acción Climática, Turrialba, Costa Rica.

2 Programa FAO-UE FLEGT, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

* Autor para correspondencia: max.yamauchi@catie.ac.cr

La tala ilegal es uno de los principales factores asociados a procesos de degradación y deforestación de bosques tropicales, siendo un problema estructuralmente relacionado a debilidades en la aplicación de leyes y procesos de gobernanza forestal. En este contexto, la Vigilancia Forestal Independiente es un proceso de empoderamiento y participación social, en que la sociedad civil y actores independientes realizan la verificación de la legalidad forestal e influyen en la transparencia y gobernanza del sector. Son pocos los estudios que han evaluado los distintos modelos de vigilancia independiente, principalmente en América Latina, de modo que el presente estudio, apoyado por el Programa FAO-UE FLEGT, analizó una serie de experiencias aplicadas en Honduras, Panamá y Perú: el Monitoreo Forestal Independiente, Contralorías Sociales a la Gestión Forestal y al AVA FLEGT, y Veedurías Forestales. Se identificaron tres enfoques distintos de actuación: un enfoque operativo intrasectorial, basado en la

verificación del cumplimiento normativo en actividades de aprovechamiento; un enfoque estratégico extrasectorial, basado en la verificación de la actuación de actores del AVA FLEGT de Honduras; y un enfoque de gestión territorial, basado en el control territorial, asistencia técnica y representatividad en temas de gestión forestal. Aunque los países cuentan con mecanismos conceptualmente bastante desarrollados, el grado de aplicación práctica es variable, siendo todavía poco consolidados en algunos casos. La sostenibilidad financiera, el reconocimiento ante autoridades, la independencia y articulación con actores de sistemas de verificación y control, representan desafíos en el proceso de fortalecimiento de estos mecanismos. Aun así, se reconoce el gran potencial de estas iniciativas para contribuir al fortalecimiento de diferentes subsistemas de la gobernanza, como de verificación de la legalidad, control y aplicación de leyes, control interno, así como la transparencia general del sector.

Sistematización de la incorporación de la perspectiva de género e inclusión en proyectos del Programa FAO UE FLEGT implementados en Honduras y Colombia

Systematization of gender and inclusion perspective in FAO EU FLEGT projects implemented in Colombia and Honduras

Angelica Barrero-Ramírez^{1*}

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Escuela de Posgrado, Maestría en Práctica del Desarrollo y Conservación, Turrialba, Costa Rica.

* Autor para correspondencia: angelica.barrero@catie.ac.cr

Los roles de la cadena de aprovechamiento agroforestal tradicionalmente han sido ocupados en su mayoría por hombres. Sin embargo, mujeres y jóvenes realizan tareas importantes que aportan en la transformación, comercialización y transporte de los productos derivados del bosque. El presente trabajo tuvo como objetivo principal sistematizar la incorporación de la perspectiva de género e inclusión en proyectos apoyados por el programa FAO UE FLEGT en Honduras y Colombia. Para ello se llevaron a cabo entrevistas a los actores involucrados en los proyectos y se revisó información secundaria. A partir de esta, se realizó el análisis de la incorporación de aspectos de género e inclusión en los proyectos, durante

las etapas de diseño, implementación y monitoreo de los mismos. Además, se identificaron los roles de mujeres, hombres y jóvenes en la cadena de aprovechamiento agroforestal y a partir de ello se reconocieron los factores que promueven la articulación de las personas a la cadena de aprovechamiento forestal y a nivel de proyecto, las condiciones que generan resultados en el área de género e inclusión. Dentro de los principales resultados se resaltan las barreras que limitan la participación de las mujeres y jóvenes en la cadena de aprovechamiento agroforestal y las condiciones que a nivel de proyecto promueven el alcance de resultados en las temáticas de género e inclusión.

Papel del factor *resolución espacial* en la identificación de patrones de biodiversidad. El caso del género *Pinus* en América

Role of the spatial resolution factor in the identification of biodiversity patterns. The case of the genus *Pinus* in America

Librado Sosa-Díaz^{1*}, José Rene Valdez-Lazalde¹, Héctor de los Santos-Posadas¹, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Lauro López-Mata¹, Jorge Méndez-González², Edith Eulalia Villavicencio-García³

1 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco Edo. de México. CP. 56230.

2 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento Forestal. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo Coahuila. CP. 25315.

3 Carretera Saltillo - Zacatecas km. 342+119 # 9515. Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P. 25315.

* Autor para correspondencia: librado.24@hotmail.com

El estudio de las comunidades naturales en el mundo natural es una cuestión de suma importancia para disciplinas como la biogeografía. La comprensión de los patrones de distribución espacial de las especies a través de los gradientes ambientales es de suma importancia para tareas como la conservación y el manejo de las especies. Sin embargo, es poco claro el papel que toman los diferentes aspectos metodológicos en estudios referentes a la identificación de patrones de diversidad. El objetivo del presente trabajo fue la exploración del factor *escala* sobre la identificación de patrones de diversidad sobre el género *Pinus* L. en Norteamérica. Se colectó una base de datos con registros de presencia de pinos a partir de fuentes como la Red Mundial de la Información sobre Biodiversidad, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México, Facilitador Global de Información sobre Biodiversidad

y literatura científica. Se realizó una limpieza de la base de datos para eliminar registros fuera la distribución reportada para cada especie y la eliminación de duplicados en una superficie de 1 km². Se construyeron mapas de riqueza de especies de pinos a escalas de resolución a cada 10 km² desde 10 hasta 100 km². Se contó con una base de datos de poco más de 70,000 registros referente a 71 especies del género *Pinus* para Centro y Norteamérica. Los resultados sugieren que la mejor resolución para el análisis de patrones de diversidad a escala continental es de 20 a 40 km². Además, los principales centros de diversidad del género *Pinus* en México se observan en el norte de Oaxaca, Eje Neovolcánico Transversal, Coahuila-Nuevo León, Durango-Chihuahua y en EUA, la costa Este (Oregón) y la zona Oeste presenta el mayor número de especies del género en el continente y fuera de México.

Viabilidad de mercado para el establecimiento de una industria forestal maderable en la comunidad de San Miguel del Valle, Tlacolula, Oaxaca

Market viability for the establishment of a timber forest industry in the community of San Miguel del Valle, Tlacolula, Oaxaca

Víctor Hernández-Bautista^{1*}, Juan Carlos Hernández-Hernández², Ciro Aquino-Vásquez¹, Waldo Santiago-Juárez¹

1 Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México.

2 Estudiante de Maestría en Ciencias en Conservación de los Recursos Forestales, Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: victor1@unsij.edu.mx

En el presente estudio se analizó la viabilidad de mercado para establecer una industria forestal maderable en la comunidad de San Miguel del Valle, Tlacolula, Oaxaca; para ello, se aplicaron encuestas directas a productores y compradores de madera aserrada; Los resultados obtenidos muestran la existencia de la viabilidad de mercado para establecer la industria, resaltando que es necesario buscar e incorporarse a mercados potenciales para comercializar la madera aserrada. Los precios de la madera aserrada de clase o primera oscilan entre \$ 14.00 a \$ 15.50, la madera de segunda de \$ 14.00 y \$ 14.50, tercera entre \$ 10.80 a \$ 12.50, cuarta entre \$ 6.80 a \$ 9, mill run de \$ 6.80 y \$ 7.80 y de cortas dimensiones a \$ 8.00 por pie tabla, para el caso de la madera estufada, del total de las industrias encuestadas solamente tres industrias cuentan con estufa de secado los cuales presentan los precios de venta

de la madera estufada similar para las tres industrias, habiendo una diferencia de 30 centavos para las tablas de primera, y 50 centavos para las tablas de tercera. De acuerdo a las encuestas aplicadas a las industrias, el mercado local y regional llega a consumir menos del 10 % de la producción total de estas industrias, y el resto va para mercados nacionales. Los canales de comercialización de la madera aserrada son principalmente las carpinterías y mueblerías de diferentes tamaños: chicas, medianas y grandes, que van relacionadas con el tamaño de las localidades o ciudades; y la otra es las industrias de la construcción. La distribución va encaminada hacia el centro del país y sureste, principalmente para las grandes ciudades tales como Ciudad de México, Estado de México, Puebla, Toluca, y Veracruz, siendo estos los principales compradores potenciales.

Percepción de los habitantes de la comunidad agraria de Teococuilco de Marcos Pérez, Sierra Juárez, Oaxaca. Sobre los beneficios de El Programa Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH)

Perception of the population of the agrarian community of Teococuilco of Marcos Pérez, Sierra Juárez, Oaxaca. On the benefits of The Payment Program for Hydrological Environmental Services (PSAH)

Victor Hernández-Bautista^{1*}, Carina Díaz-Perfecto², Ciro Aquino-Vásquez¹, Mario Enrique Fuente-Carrasco¹, María Delfina Luna-Krauletz¹

1 Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México.

2 Ingeniero forestal, programa sembrando vida, Oaxaca, México.

* Autor para correspondencia: victor1@unsj.edu.mx

La investigación se realizó en la comunidad agraria de Teococuilco de Marcos Pérez, ubicada en la Sierra Juárez del estado de Oaxaca, en el año 2014, la cual fue beneficiada con el programa nacional de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos durante el periodo 2008-2014, con una superficie para la conservación de 2,967.99 hectáreas. El propósito de la investigación fue medir la percepción de los habitantes sobre los beneficios socioeconómicos y ambientales del programa Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. La metodología empleada se basa en la aplicación de encuestas utilizando una escala de opinión tipo Likert aplicado a participantes directos y personas clave y a la población, dividido en tres grupos de acuerdo a su participación en las labores de conservación: Participantes directos (P), No participantes (NP) y Jóvenes

participantes (JP) con un tamaño de muestra de 100, 54 y 12 habitantes respectivamente. Entre los resultados obtenidos, se determinó que el impacto del programa es favorable; generó empleo a la población incluyendo hombres, mujeres y jóvenes, la influencia que tuvieron las actividades en la conservación del área contribuyeron de manera positiva y finalmente con un índice de confiabilidad que va de 0.56 a 0.76 se pudo determinar que existe una percepción positiva en los tres grupos evaluados (P, NP Y JP) hacia los resultados generados por el programa y es mayor en los habitantes que se involucraron directamente. Se concluyó que los efectos (beneficios) del programa recaen fuertemente en el aspecto social (generación de empleo y sensibilización y valoración) comparado con el aspecto ambiental.

Las ciencias forestales como una ciencia compleja

Forest science as a complex science

Carlos Mallén Rivera^{1*}

1 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Ciudad de México, México

* Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

Las ciencias de la complejidad estudian fenómenos, sistemas o comportamientos de complejidad creciente, que aprenden y se adaptan. Un sistema complejo se conforma por múltiples componentes individuales, los cuales interactúan entre sí, sin un control central, dando lugar a patrones globales de comportamiento, los cuales son difíciles de predecir. Son sistemas abiertos al entorno y con capacidad de adaptarse a los cambios del mismo. Las ciencias de la complejidad implican una auténtica y radical revolución al incorporar lógicas distintas a la lógica formal clásica. La integración de las ciencias forestales ha devenido desde un proceso milenario que parte de los griegos (paisajismo), romanos (orden de naturaleza), medievales (vedas), productivos (silvicultura), industriales (sostenibilidad) y ecológicos (ambiente). Ahora estudian la mitigación del cambio climático, el incremento en el Producto Interno Bruto, la preservación cultural, el costo de servicios ambientales, la bursatilización

de los activos forestales, así como, el incremento de la oferta a un mercado con necesidades específicas. Las ciencias forestales han tenido un desarrollo de tal relevancia que establecieron el concepto de sustentabilidad hace más de tres siglos, abordando retos y desafíos epistemológicos en su configuración. Sin embargo, las ciencias forestales implican esencialmente una serie de disciplinas dispersas en áreas del conocimiento con un amplio apoyo tecnológico. Las posibilidades que brindan las ciencias forestales, en un entorno de la información implican una sociedad más crítica y con mejores oportunidades. Entender las ciencias forestales como complejas constituyen una oportunidad en los marcos de turbulencia, inestabilidad, impredecibilidad y fluctuaciones del mundo. Justo la crisis ambiental es una muestra clara de estas oportunidades del análisis de la complejidad, donde cada sistema que comprenden las ciencias forestales funcionan de manera simple, conocida y definida en sus propósitos.

Bioética forestal

Forest bioethics

Carlos Mallén Rivera^{1*}

¹ CENID COMEF, INIFAP, Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

Se otorga el nombre de “ética ambiental” a dos diferentes tipos de reflexión. Por un lado, una concepción de la moral, que usan la teoría de la ética tradicional a partir de la intervención y deterioro del entorno natural. Desde esta perspectiva, no se propone una nueva teoría ética ya existente, sino subraya que las afectaciones merecen un calificativo moral por el hecho de afectar al medio, hasta ahora sustraído al efecto del humano. Es decir, las obligaciones morales con el ambiente siempre son, desde esta perspectiva, derivadas de las obligaciones morales con los demás. Por considerar que los problemas morales que nos plantea el deterioro ambiental no obliga a hacer ningún cambio radical en nuestra ética tradicional. Pero hay un segundo tipo de reflexión, mucho más revolucionario, según el cual, si queremos solucionar los problemas ambientales, tenemos que efectuar un cambio radical

en la manera de pensar sobre ella. Esto es, un segundo tipo de reflexión abandona la perspectiva antropocéntrica y ampliar el ámbito de la moralidad de manera que incluya, a todos los seres naturales y los intrincados sistemas que los contienen. Según esta segunda manera de concebir la ética ambiental, la moral es un proceso de toma de conciencia que evoluciona a través del tiempo y que consiste en percatarse del valor de cada vez más elementos del entorno. Esta es la perspectiva moral, representada por Aldo Leopold, como un proceso reflexivo consistente en cobrar conciencia de que el ámbito de lo valioso abarca muchos más tipos de entidades y que se ha desarrollado hasta la actualidad con trabajos como los de Ricardo Rozzi en su ética de ecosistemas bioculturales. Así la bioética forestal se ubica en esta corriente de la revolución de la ética ambiental.

Bioeconomía circular forestal en México

Circular forest bioeconomy in Mexico

Sergio Gabriel Ceballos Perez¹, Carlos Mallén Rivera^{2*}

1 Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

2 CENID COMEF, INIFAP, Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

La economía circular adquiere una importancia creciente como instrumento para la solución a desafíos transversales en lo relativo al desarrollo sostenible. Una economía que excluye los residuos y la contaminación, en la que los productos y los materiales tengan un uso continuo y en la que los sistemas naturales se regeneren. Esto promete la ejecución acelerada de la Agenda 2030, en particular el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12 sobre el consumo y la producción sostenibles. Diversos motivos hay para impulsar el sector forestal en México a través de la bioeconomía circular; algunos de los más importantes son, la propiedad social de los bosques, una amplia diversidad biológica y cultural, que se cuenta con 34.4 millones de has de bosques y selvas de las cuales, solo se aprovechan 8.7 has, que la demanda de productores forestales, no es cubierta por la producción nacional. Por su parte,

la deforestación y el cambio climático, son también factores determinantes para generar un cambio en la estrategia forestal. Es de destacar la importancia de la bioeconomía circular para el sector, de acuerdo con las condiciones en la economía, la política y el ambiente. Así se resaltan conceptos de la economía circular como el uso en cascada de la biomasa como la utilización eficiente de los recursos mediante la recuperación de los residuos y materiales reciclados a fin de emplearlos para ampliar la disponibilidad de biomasa total en un determinado sistema. El uso en cascada de la madera se da cuando se transforma en un producto que se utiliza al menos una vez más, ya sea como material o para obtener energía. Está relacionado con la jerarquía de residuos, pero se inicia antes de que estos se produzcan, cuando se decide cómo utilizar la biomasa forestal.

Gestión social de servicios ambientales para el manejo de recursos forestales

Social management of environmental services for the management of forest resources

Adrián Jesús Mendoza Herrera¹, Jahzeel Arreola-Peinado²

1 Holística Consultores Ambientales S.C. Chiautla, Estado de México hcasc@hotmail.com

2 División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México. arreola.peinado.jahzeel@gmail.com

* Autor para correspondencia: adrianj_mh@hotmail.com

La relación social con el bosque y servicios ambientales que éste ofrece han experimentado una serie de cambios, porque a pesar de que los servicios ambientales siempre han existido su regulación es relativamente reciente. La región del municipio de Morelos, estado de México, cuenta con ejidos y comunidades que se encuentran inscritos en el programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, por lo cual se presenta un análisis de las lecciones aprendidas que iniciaron en la planeación del año 2019, cuando se validó la forma de trabajo comunitario, posteriormente, se realizaron recorridos de campo para identificar áreas de importancia para la conservación del bosque y por medio de metodologías participativas se logró establecer una propuesta de modelo comunitario de uso de suelo para cada núcleo agrario de lo cual derivó un plan de Acción Comunitario. Las metas fueron segmentadas y enmarcadas para un periodo de 5 años (2019-2023), por lo cual,

hasta el día de hoy es posible evaluar los avances del Plan. Con la gestión social se han tenido como resultados materiales: la conformación y capacitación de 4 brigadas comunitarias para prevención de incendios y plagas forestales, contando con equipamiento de protección personal, herramienta y vehículo, el establecimiento de 87.7 km de brechas cortafuego, la rehabilitación de 39.98 km de caminos, saneamiento forestal en 50 has, además de proyectos productivos encaminados al establecimiento de 1 vivero forestal y 1 vivero ornamental, así como el estudio y equipamiento de un proyecto ecoturístico. De las lecciones aprendidas, se ha evidenciado que el establecimiento de un comité comunitario para la aplicación de las estrategias comunitarias es funcional, el cual coordina las acciones y realiza evaluaciones correspondientes, así mismo es importante, que los resultados o problemáticas se dan a conocer en el pleno de la Asamblea para efectos de buena gobernanza comunitaria.

La ética forestal

Ethics forestry

Cristóbal G. Aguirre-Calderón¹, Benedicto Vargas-Larreta¹, Carlos E. Aguirre-Calderón¹

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de El Salto, División de Estudios de Posgrado e Investigación, El Salto, Durango, México.

* Autor para correspondencia: g_aguirremx@yahoo.com

En la reunión de Johannesburgo de 2002 se puso el acento en la importancia de la ética para lograr el desarrollo sostenible; a partir de ahí ha ocurrido un movimiento mundial que reconoce la importancia que la ética puede tener en la solución de la problemática ambiental, y en particular de la problemática forestal. Sin embargo, debe reconocerse que desde mediados del siglo pasado el ecólogo Aldo Leopold advertía sobre la necesidad de una ética de la tierra y proponía un cambio en la concepción moderna del ser humano como conquistador de la tierra a considerarlo como un elemento más del ecosistema. Al mismo tiempo, filósofos como Hans Jonas, y antes Martin Heidegger, hicieron notar la violencia innecesaria que el ser humano ejerce sobre la naturaleza a

través de la técnica. Anteriormente, a lo largo de la historia del pensamiento ético no se había considerado que las acciones humanas en el medio natural estuvieran sujetas a calificativos morales. Se analizó entonces en este trabajo qué significado puede tener la ética en el ámbito forestal, si la naturaleza es un sujeto moral y si se deberían tener consideraciones morales hacia ella. Se concluye que aunque la naturaleza y el medio forestal no son sujetos morales, sí deben ser objeto de consideración moral y que es necesario un cambio en la concepción moderna del ser humano acerca del medio forestal y de la naturaleza en general, así como una ética de responsabilidad que conduzca a un cambio en la conducta del hombre en la naturaleza.

Análisis de la factibilidad técnica del centro ecoturístico Puentecillas, Pueblo Nuevo, Durango

Analysis of the technical feasibility of the Puentecillas ecotourism center, Pueblo Nuevo, Durango

Ruíz Graciano-Viridiana¹, Mayra Jaksiry Salas-Silva¹, José de Jesús Graciano-Luna^{1*}, David Maldonado-Ayala¹, José E. Luján Soto¹, José G. -Colín¹, Tilo Gustavo Domínguez-Gómez¹

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de El Salto, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Calle Tecnológico 101, Col. La Forestal. C.P. 34942, El Salto, Durango, México.

* Autor para correspondencia: gracluna@hotmail.com

Con el propósito de tener un panorama del turismo de naturaleza del centro ecoturístico Puentecillas, se realizó el presente estudio, en donde a través de encuestas a visitantes y posibles turistas de las ciudades de El Salto y Durango, Durango, se analizaron los elementos turísticos, la capacidad de carga, los aspectos de la demanda, manejo y mercadotecnia. Los resultados muestran que se desconoce los objetivos del turismo de naturaleza y existe confusión con los diferentes segmentos como el turismo de aventura, turismo rural y ecoturismo. Se tiene el registro en una red de ecoturismo, sin embargo, no existen productos bien definidos para este segmento. Se cuenta con información general del programa de manejo forestal, pero no está actualizada. No existen fundamentos técnicos de los elementos focales y complementarios, sólo información del inventario forestal. No se cuenta con un catálogo de actividades. El estudio muestra potencial para desarrollar actividades de ecoturismo como: talleres

de educación ambiental, observación de flora y fauna, observación de aves, safari fotográfico, senderismo interpretativo, participación en programas de rescate de flora y/o fauna y campamentos. El centro ecoturístico presenta buena infraestructura de ecoalojamientos, sin embargo, faltan varios servicios, también se carece de un plan operativo anual, se observa también falta de mantenimiento de los elementos de apoyo como ecoalojamientos, senderos y miradores. Los senderos carecen de las especificaciones técnicas (no hay apertura de drenajes, canales pluviales por donde encauzar las aguas de lluvia). El centro ecoturístico presenta muy poca implementación de ecotecnias para mitigar impactos ambientales. Carecen de una visión, misión, objetivos, metas, programas de trabajo, presupuesto, responsables de ejecución, indicadores, sistemas. Es importante desarrollar estrategias que mejoren las condiciones del centro turístico y planificar el crecimiento de una manera sustentable.

Memorias del Congreso Mexicano de Recursos Forestales
La gestión eficiente de los ecosistemas forestales
Reto y oportunidad de todos

Diseño y diagramación a cargo de **Amaya ediciones**



Amaya Rosa Castellón Ponce. RFC: CAPA860208L29.
Domicilio: Avenida Enrique Díaz de León sur 514-2, Col. Americana, CP
44160, Guadalajara, Jalisco, México. Teléfono: 52 (33) 3825 9441.
www.amayaediciones.mx • amayaediciones@gmail.com

La producción, fomento, conservación y manejo sustentable de los recursos forestales es un tema fundamental y necesario para quienes integramos la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales (SOMEREFO). Es por esta razón que su XV Congreso Mexicano de Recursos Forestales lleva como lema: "La gestión eficiente de los Recursos Forestales: reto y oportunidad de todos". En esta edición, nuestra consigna se convirtió en una realidad ya que a partir de la situación mundial derivada de la pandemia la SOMEREFO junto con el Departamento de Producción Forestal de la Universidad de Guadalajara decidimos desarrollar el Primer Congreso en Formato Digital. El libro contiene 353 contribuciones compartidas por colegas del gremio de forestales que trabajan en 288 instituciones principalmente de México, pero también de otros 14 países como Alemania, Japón, Costa Rica, Moldavia, entre otros. Las contribuciones se presentan a lo largo de 13 capítulos con diferentes temáticas, que incluyen los ecosistemas forestales, sus componentes, la producción de bienes tangibles e intangibles, así como el desarrollo de investigación básica y aplicada derivada de proyectos específicos locales, regionales, nacionales e internacionales. El libro exhibe también el estado actual y tendencias del manejo de recursos forestales, por lo que es una referencia inicial de vinculación entre productores, la comunidad académica, profesionales e instancias gubernamentales y ONG's.



XV CONGRESO

MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

GUADALAJARA 2021

"La gestión eficiente de los ecosistemas forestales:
reto y oportunidad de todos"

1er. CONGRESO DIGITAL

Del 27 al 29 Octubre

www.somerefocucba.org



UNIVERSIDAD DE
GUADALAJARA
Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco

CUCBA

**DEPARTAMENTO DE
PRODUCCIÓN FORESTAL**



**Sociedad Mexicana de
Recursos Forestales, A.C.**