

La investigación forestal como recurso esencial para el futuro sustentable de los bosques

Libro de resúmenes



José Javier Corral Rivas
Nicolás González Cortes
Marynor Ortega Ramírez
(editores)
Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, A.C.

La investigación forestal como recurso esencial para el futuro sustentable de los bosques

José Javier Corral Rivas

Nicolás González Cortes

Marynor Ortega Ramírez

(editores)

Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, A.C.

ae amaya ediciones

Directorio

Mesa directiva de la Sociedad Mexicana de Recursos Forestales 2021-2023

Dr. José Javier Corral Rivas

Presidente, Universidad Juárez del Estado de Durango

Dr. Efrén Hernández Álvarez

Vicepresidente, Universidad de Guadalajara

Dr. Gerónimo Quiñonez Barraza

Secretario, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dra. Wibke Himmelsbach

Tesorerera, Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Valentín José Reyes Hernández

Primer Vocal, Colegio de Postgraduados

Dr. Emilio Palomeque Figueroa

Segundo Vocal, Universidad Autónoma de Chiapas

Dr. Alejandro Velázquez Martínez

Primer Consejero, Colegio de Postgraduados

Dr. Eduardo Javier Treviño Garza

Segundo Consejero, Universidad Autónoma de Nuevo León

Comité organizador

Lic. Guillermo Narvárez Osorio

Rector de la Universidad Juárez
Autónoma de Tabasco (UJAT)
Presidente honorario

Dr. Arturo Magaña Contreras

Director de la División Académica
Multidisciplinaria de los Ríos, UJAT|
Vicepresidente honorario

Dr. Nicolás González Cortes

División Académica Multidisciplinaria
de los Ríos, UJAT
Presidente del comité organizador

Dra. Marynor Ortega Ramírez

División Académica Multidisciplinaria
de los Ríos, UJAT
Secretaria del comité organizador

Dr. José Javier Corral Rivas

Universidad Juárez del Estado de
Durango
Tesorero del comité organizador

Colaboradores

Dr. Jaime Briseño Reyes

Ing. Ariadna Antúnez Calderón

M.C. Carlos Borrego

M.C. Hilda Lorena Ávila Márquez

M.C. Diana Paloma Gándara Amezcua

M.C. Laura Araceli Lira Tuero

M.C. Miguel Alejandro Ortiz Hernández

M.C. Juan Ángel Mendoza Muñoz

Ing. Luis Antonio Hernández Becerra

Comité científico

Dr. Oscar Aguirre Calderón

Dra. Maria de la Cruz Leyva

M.C. Carlos Mallén Rivera

Dr. Artemio Carrillo Parra

Ph.D. Luis M. Valenzuela Nuñez

Dra. Carolina Melgar Valdez

Dr. Héctor Manuel De Los Santos
Posadas

Dr. Mario Benitez Manujano

Dr. Geronimo Quiñonez Barraza

Dr. José Encarnación Lujan Soto

Dr. Tilo Gustavo Domínguez Gómez

Dr. José Rodolfo Goche Telles

Dr. Ernesto Alonso Rubio Camacho

Dr. Emilio Palomeque Figueroa

Dr. Eduardo Alanís Rodríguez

Dr. Jesús Soto Cervantes

Dr. Rufino Sandoval García

M.C. Miguel Alejandro Ortiz Hernández

M.C. Lizeth Ruacho-González

M.C. Cecilia Nataly Gutiérrez Contreras

M.C. María Guadalupe Nava Miranda

Memorias del Congreso Mexicano de Recursos Forestales

La investigación forestal como recurso esencial para el futuro sustentable de los bosques

Primera edición octubre 2023

© Los autores

ISBN EN TRAMITE

ae amaya ediciones

Contenido

CAPÍTULO I

Silvicultura y manejo forestal sustentable..... 1

CAPÍTULO II

Plantaciones forestales y agroindustriales..... 31

CAPÍTULO III

Política y socioeconomía forestal..... 54

CAPÍTULO IV

Industria forestal..... 76

CAPÍTULO V

Servicios ecosistémicos y cambio climático 90

CAPÍTULO VI

Recursos genéticos forestales..... 170

CAPÍTULO VII

Biometría e inventarios forestales 223

CAPÍTULO VIII

Protección forestal..... 259

CAPÍTULO IX

Nuevas tecnologías e inteligencia artificial en el manejo de recursos forestales 289

PRESENTACIÓN

La Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, una asociación científica, sin fines de lucro, que solo responde al interés de fomentar la investigación, la educación y la innovación forestal. Entre sus actividades más importantes está su bienal Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales, el cual, tiene ya con una historia de más de 30 años, y se ha constituido como el foro más importante del quehacer de las ciencias forestales y ambientales en México, reuniendo durante cada edición a cientos de investigadores, académicos, profesionales y estudiantes. El objetivo del congreso es apoyar la comunicación entre los investigadores dedicados al manejo y conservación de los recursos forestales y la sociedad en general.

Este 2023, por primera vez este congreso fue celebrado en el sureste de México, en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, siendo la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco la Institución anfitriona. Una razón habelo hecho en Tabasco, es porque, debido su desarrollo e impulso en el sector de las plantaciones forestales comerciales, situación que ha colocado al estado ya dentro de las entidades con mayor producción forestal en México.

En el presente libro de resúmenes titulado “La investigación forestal como recurso esencial para el futuro sustentable de los bosques”, se describen 295 contribuciones presentadas en las modalidades de ponencias orales y carteles, distribuidas en nueve mesas de trabajo: Silvicultura y manejo forestal sustentable, Plantaciones forestales y agroindustriales, Política y socioeconomía forestal, Industria forestal, Servicios ecosistémicos y cambio climático, Recursos genéticos forestales, Biometría e inventarios forestales, Protección forestal, y Nuevas tecnologías e inteligencia artificial en el manejo de recursos forestales. Los resúmenes integrados en esta memoria corresponden con el quehacer actual en términos científicos, técnicos y de innovación en el área del manejo de los recursos forestales en México, incluyendo también ejemplos de otros nueve países, dada la relevancia y el prestigio internacional que ha logrado ya el Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales.

Dr. José Javier Corral Rivas
Presidente de la SOMEREFO A.C.

CAPÍTULO I

Silvicultura y manejo forestal sustentable

RED DE SITIOS PERMANENTES DE EXPERIMENTACIÓN SILVÍCOLA PARA SELVAS PRODUCTIVAS MADERABLES MEXICANAS

Angélica Navarro Martínez^{1*}, Martín Alfonso Mendoza Briseño², Gregorio Mario Ramírez Magil¹

¹ El Colegio de la Frontera Sur

² Colegio de Posgraduados

* Autor para correspondencia: manava@ecosur.mx

La red de sitios permanentes de experimentación silvícola es una de las primeras actividades a realizar en el sistema patrimonial. La finalidad es calibrar una función de producción que tenga rendimientos decrecientes, y que una vez validada, aporte los datos para una función de valoración de donde se construyan escenarios alternos para un programa de manejo forestal, que a su vez sea evaluado en sus atributos patrimoniales. Estos sitios son los primeros de una red regional donde se tenga cooperación de múltiples propietarios de terrenos forestales y otros usos, tal que se tenga una descripción estadísticamente válida de la dinámica en variabilidad ambiental, y su futura respuesta a labores silvícolas y perturbaciones naturales con relación a indicadores de avance de la sucesión. En el área de corta anual 2023 del ejido Nuevo Becal (Campeche), se estableció un total de 36 SPES, 24 en bosque cerrado y 12 en otras geoformas. Los datos de esta red harán eventualmente innecesario realizar inventarios forestales y, por ahora, constituyen la línea base de conocimiento de la variabilidad y la dinámica del bosque donde los atributos del sistema ya no será posible verlos como procesos aleatorios sino causados por perturbaciones conocidas. Se encontró que la selva está compuesta por 73 especies arbóreas de las que 41 están en la regeneración y 21 son compartidas en ambos estratos. La estructura diamétrica del bosque y de las especies más abundantes muestra que existe una mayor presencia de individuos de tamaño mediano (10 a 40 cm de dap).

Palabras clave: Campeche, Nuevo Becal, sistema patrimonial, sucesión, tipos forestales y geoformas.

EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN UNIDADES MÍNIMAS DE MANEJO EN SAN PEDRO EL ALTO, ZIMATLÁN, OAXACA

María del Carmen Zárate Salinas^{1*}, José Daniel García García¹, Héctor Manuel de los Santos Posadas², José Cristóbal Leyva López¹, Moisés Raúl Hernández Cortez³

¹ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

³ Dirección Técnica de San Pedro El Alto, Zimatlán

*Autor para correspondencia: oaxacal18920158@voaxaca.tecnm.mx

Durante el ciclo de crecimiento de una masa arbórea se tiene lugar la sustitución de los árboles que son eliminados por muerte natural, enfermedades o intervención silvícola. Es lo que se conoce por regeneración, que se puede facilitar mediante las cortas de regeneración. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar a través del monitoreo silvícola la regeneración natural en unidades mínimas de manejo (UMM) en San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca. Se establecieron sitios circulares de 100 m² (radio de 5.68 m), a través de un diseño sistemático en las UMM midiendo altura y registrando el género de la regeneración establecida mayor de 10 cm de altura y menor a 7.5 cm de diámetro; el área de cortas de regeneración fue de 675.74 hectáreas, por lo que fueron levantados 347 sitios de muestreo, con lo que se tuvo una intensidad de muestreo de 0.5%. Teniendo como base una regeneración meta, la regeneración natural evaluada, presentó las siguientes condiciones por UMM: recomendable en un 48%; suficiente en 14%; excesiva en un 31% y todavía no suficiente en 7% de las UMM. En general el 93% de las UMM evaluadas poseen una regeneración que es aceptable y que tiende a aumentar a medida que aumenta el tiempo de apertura de la UMM. La regeneración tiende a conformar una distribución espacial aglomerada (28%), dispersa (59%), regular (3%) y por repoblar (10%) en las UMM. En cuanto a la composición de especies los géneros con mayor presencia son *Pinus* y *Quercus*.

Palabras clave: cortas de regeneración, densidad, distribución espacial, composición, monitoreo

ENMIENDA CON CALES EN SUELOS ÁCIDOS DE PLANTACIONES DE *Eucalyptus urophylla* EN PROTEAK, HUIMANGUILLO, TABASCO

David Ángel de Ita Reyes¹, Alejandro Velázquez Martínez², Marynor Elena Ortega Ramírez^{3*}

¹ Colegio de Postgraduados

² Colegio de Postgraduados

³ Universidad Politécnica de Huatusco

*Autor para correspondencia: marynor.ortega@gmail.com

Las zonas tropicales de México suelen tener suelos ácidos debido al clima tropical lluvioso y la pobreza de los suelos que son características distintivas de estas zonas. Para contrarrestar este efecto, se utilizan enmiendas calcáreas. En este estudio, se evaluó el efecto de diferentes enmiendas calcáreas (cal agrícola, Slurry Flow 7 y Calciprill) en el crecimiento morfológico de una plantación de clones de *E. urophylla* establecida en enero de 2022. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones de 6 tratamientos, cada parcela con 100 plantas. Se tomaron 48 muestras de suelo y se realizaron análisis químicos para determinar el pH y la conductividad eléctrica. Además, se midió el diámetro en la base y la altura de 60 árboles por tratamiento. Se aplicó un ANOVA y una Prueba de Tukey ($p=0.05$) para las variables de pH, Ce, diámetro y altura. Los resultados mostraron que ninguno de los tratamientos de enmiendas calcáreas tuvo efectos significativos en el pH después de 6 meses, con valores iniciales de H1: 4.97 y H2: 4.9. Sin embargo, se observó un aumento en la conductividad eléctrica en comparación con los valores iniciales, H1: 43 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y H2: 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se analizó la interacción clon-tratamiento, se encontró que el Clon 4 experimentó un mayor crecimiento en altura y diámetro en tratamientos con Calciprill. Se concluyó que las aplicaciones tienen un efecto positivo en el crecimiento de las plantas, se sugiere realizar estudios específicos para determinar dosis considerando también la interacción con clones.

Palabras clave: calciprill, slurry flow 7, crecimiento forestal, ph, conductividad eléctrica.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ALMACENES DE BIOMASA Y CARBONO EN LOS BOSQUES TEMPLADOS BAJO APROVECHAMIENTO FORESTAL EN MÉXICO

Laura Araceli Lira Tuero^{1*}, José Javier Corral-Rivas¹, Esteban Gómez García², Jaime Roberto Padilla Martínez³, Jaime Briseño Reyes¹, Pablito Marcelo López Serrano³, Daniel José Vega Nieva¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Centro de Investigación Forestal de Lourizán, AGACAL, Consellería do Medio Rural

³ Department of Forest Economics and Sustainable Land-use Planning, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, University of Göttingen

⁴ Instituto de Silvicultura e Industrá de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: lt.laura.1911@gmail.com

Los almacenes de biomasa y carbono acumulados en los bosques bajo aprovechamiento forestal son importantes para comprender la dinámica y el funcionamiento de los ecosistemas forestales. El objetivo del presente trabajo fue estimar a partir de los datos de sitio de inventario los almacenes de biomasa y carbono de las áreas bajo aprovechamiento en las masas forestales de México. El análisis considero los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Guerrero y Oaxaca, evaluando un total de 529,039 sitios temporales de muestreo. Para la cuantificación de los almacenes de biomasa y carbono se aplicaron ecuaciones alométricas y factores de carbono de árbol individual para las diferentes especies registradas en las áreas de estudio. Seguido de esto se estimaron las variables biomasa y carbono a nivel sitio, para que posteriormente dichas variables se estimaran en unidades por hectárea. Se estimó un promedio en los almacenes de biomasa de 109.66 t/ha, 84.86 t/ha, 132.49 t/ha, 216.62 t/ha, 273.83 t/ha, y para el carbono un promedio de 52.97 tC/ha, 41.44 tC/ha, 63.25 tC/ha, 103.71 tC/ha y 132.53 tC/ha, para los estados de Chihuahua, Durango, Guerrero y Oaxaca, respectivamente. La mayor cantidad de biomasa y carbono se encontró en el estado de Oaxaca. Los datos de los inventarios forestales permiten caracterizar a los bosques templados de México, y evaluar su potencial para el almacenamiento de biomasa y carbono.

Palabras clave: inventario forestal, practicas silvícolas, manejo forestal.

TRAYECTORIA DE LA RELACIÓN DENSIDAD-TAMAÑO EN BOSQUE TEMPLADOS MIXTOS DE MICHOACÁN, MÉXICO

Abel Joseph Hernández-Martínez^{1*}, Valentín José Reyes-Hernandez¹, Héctor Manuel de los Santos-Posadas¹, Alejandro Velázquez-Martínez¹, Gerónimo Quiñonez-Barraza²

¹ Colegio de Postgraduados

² Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),
Campo Experimental Valle del Guadiana

*Autor para correspondencia: ajhmtz@gmail.com

El análisis de la trayectoria de la relación densidad-tamaño (TRDT) en bosques naturales, ayuda a entender los procesos de mortalidad durante su ciclo de vida. La TRDT incluye dos etapas de mortalidad: i) independiente de la densidad (E1) y ii) dependiente de la densidad (E2). Esta última se divide en tres fases: i) inicio del autoaclareo (f_1); ii) mortalidad alta asociada con la hipótesis de Reineke (f_2); y iii) divergencia (f_3). El objetivo del estudio fue estimar la TRDT con regresión segmentada para un bosque templado mezclado de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. En el análisis, se utilizaron 319 parcelas temporales de muestreo. El modelo de la TRDT integró los eventos de mortalidad y las fases del autoaclareo. El algoritmo de Levenberg-Marquardt se utilizó para estimar el intercepto y las pendientes de los segmentos (b) y los puntos de inflexión (PI, a) de la TRDT. Los valores b y a fueron diferentes de cero con significancia del 5%. La transición entre E1 y E2 se estimó a un diámetro promedio (DP) de 11.4 cm (a_1) y una densidad inicial de 886 arb/ha (b_1). Las pendientes estimadas de E2 fueron: f_1 -0.842 (b_2), f_2 -1.669 (b_3) y f_3 -4.174 (b_4) y con PI de 32.85 cm (a_2) y 58.38 cm (a_3) de DP. La TRDT ayudó a inferir sobre la dinámica del desarrollo del rodal en bosques mixtos. El valor b_3 puede utilizarse para construir guías de densidad y simular aclareos para el área de estudio.

Palabras clave: regresión segmentada, etapas de mortalidad, fases del autoaclareo, pendiente de reineke.

EFFECTO DEL MÉTODO DE SELECCIÓN EN EL INCREMENTO RADIAL DE DOS ESPECIES DE PINO

Francisco Javier Hernández^{1*}, José Guadalupe Colín¹, Severina Sierra Cabrera¹

¹ TecNM/Instituto Tecnológico de El Salto

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

El objetivo principal del método de regeneración de selección es abrir espacios para propiciar el establecimiento de nuevas plantas; sin embargo, también es fundamental propiciar el crecimiento de los árboles residuales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento en diámetro y área basal de *Pinus durangensis* Mart. y *Pinus teocote* Schiede ex. Schldtd. & Cham. que se desarrollan en un bosque mezclado manejado con el método de selección en la región de El Salto, Durango. Para la realización de este estudio se ubicaron de manera aleatoria 69 sitios en diferentes rodales que recibieron el último tratamiento silvícola diez años antes. Aplicando el método de muestreo de los cuatro vecinos más cercanos, se tomó información del diámetro normal, altura total y radio de copa de cada uno de los cinco árboles. Al árbol centro se le extrajo una viruta para determinar su edad y evaluar el crecimiento e incremento anual en diámetro y área basal en los últimos diez años en función de la edad, área basal, cobertura de copa y distancia del vecino más cercano. Los resultados indican que el incremento promedio anual en diámetro es de 0.3729 cm y 0.403 y en área basal de 0.0014 m² y 0.0012 m² para *Pinus teocote* y *Pinus durangensis*, respectivamente. El incremento promedio anual en diámetro de los últimos diez años presenta una tendencia polinomial de segundo grado en ambas especies, infiriendo que el máximo incremento ocurre al año siete de haber aplicado la corta de selección.

Palabras clave: crecimiento radial, incremento, árboles individuales, *Pinus teocote*, *Pinus durangensis*.

NATURAL REGENERATION OF *Abies religiosa* (KUNTH) SCHLTDL. & CHAM. UNDER THREE CANOPY OPENINGS AT THE ZOQUIAPAN EXPERIMENTAL FOREST STATION, STATE OF MEXICO, MEXICO

Diana Elizabeth García Ricárdez^{1*}, Alejandro Velázquez Martínez², Aurelio Manuel Fierros González², Valentín José Reyes Hernández², Gil Vera Castillo³

¹ Colegio de Postgraduados

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

³ Universidad Autónoma Chapingo

*Autor para correspondencia: 4.02.garcia.diana@gmail.com

La dimensión de los claros tiene una influencia en la intensidad de luz que se recibe en los claros y esta a su vez sobre el establecimiento, el contenido de clorofila y nutrientes en brinzales de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. en la estación forestal experimental Zoquiapan. Determinar la influencia que tiene el tamaño de los claros y la intensidad de luz recibida en ellos sobre el establecimiento de la regeneración de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. en la estación forestal experimental Zoquiapan. En la Estación Forestal Experimental Zoquiapan se evaluaron diez claros de dosel, se contabilizaron todos los brinzales de *Abies religiosa* encontrados allí, se tomaron variables dasométricas y se midió la intensidad de luz mediante un fotómetro y una cámara de fotografías hemisféricas. Se evaluaron diez claros, clasificados en chicos (111.22-320.89 m²), medianos (320.90-530.56 m²) y grandes (530.57-740.23 m²), predominando los claros medianos (6 claros). En total se contabilizaron 332 brinzales, el número de individuos fue mayor en los claros grandes (56 brinzales promedio); la altura (1.42 m), el diámetro (2.86 cm) y la longitud del brote terminal (39.94 cm) es mayor en los claros de tamaño mediano; y los claros chicos fueron los que presentaron los brinzales de mayor edad (9 años). En cuanto a la entrada de luz medida con el fotómetro la intensidad fue de menor a mayor, claros chicos (953.20 $\mu\text{mol s m}^2$); claros medianos (1310.52 $\mu\text{mol/s/m}^2$); claros grandes (1561.30 $\mu\text{mol/s/m}^2$).

Palabras clave: claros de dosel, regeneración, oyamel, luminosidad, características dasométricas.

RENDIMIENTO DE HOJA SECA DE *Lippia graveolens* KUNTH, AL NORTE DE ZACATECAS

Héctor Darío González Lopez¹, Dino Ulises González Uribe^{1*}

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

*Autor para correspondencia: rufino.sandoval.garcia@gmail.com

Los modelos alométricos son una valiosa herramienta que facilitan la cuantificación de la biomasa y rendimiento de las plantas en función de variables de fácil medición como el diámetro y la altura de las plantas. El objetivo del presente estudio fue desarrollar ecuaciones alométricas para predecir peso verde y peso seco de hoja de *Lippia graveolens* Kunth, para generar una tabla de biomasa y rendimiento de hoja seca de orégano. El trabajo se realizó en el ejido San Jerónimo municipio de Melchor Ocampo, Zacatecas, mediante el método directo y destructivo, se colectaron muestras de 155 plantas. Para seleccionar el modelo de predicción se consideraron la R ajustada (R^2 aj), el error estándar (S_{xy}) y el coeficiente de variación (CV). Los resultados indican que la mejor ecuación alométrica para estimar peso verde es $PV = 11.83 + 0.05178 \cdot D^2 + 0.01969 \cdot (H \cdot D)$ con una R ajustada de 0.624 y en el caso del peso seco hoja se encontró que la mejor ecuación es $PSH = 12.76 + 0.01187 \cdot D^2$ con un R^2 ajustada de 0.373. Mediante los modelos $PV = 11.83 + 0.05178 \cdot D^2 + 0.01969 \cdot (H \cdot D)$, se estimó la biomasa verde y se elaboró una tabla de doble entrada y para estimar la biomasa seca el modelo $PSH = 12.76 + 0.01187 \cdot D^2$, permitió la elaboración de una tabla de estimación. La tabla de rendimiento de hoja seca de *Lippia graveolens*, se generó en base al coeficiente de rendimiento de 0.2218 (22.18%) y los valores estimados de peso verde por el modelo elegido.

Palabras clave: modelos, alometria, biomasa, *Lippia graveoleens* Kunth.

EVALUACIÓN DE DOS MODALIDADES DE CORTAS SELECTIVAS EN BOSQUES MIXTOS E IRREGULARES EN DURANGO, MÉXICO

Miguel Alejandro Ortiz Hernández^{1*}, José Alfredo Leal Vilanueva¹, José Javier Corral Rivas¹, María Guadalupe Nava Miranda², Pablito Marcelo López Serrano², Daniel José Vega Nieva¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

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

*Autor para correspondencia: axl_mike@hotmail.com

En México hay una superficie forestal de 137 millones de ha, de las cuales, más de 94 millones pertenecen a la vegetación primaria o nativa. Durango, es uno de los estados más importantes en la producción forestal y en la conservación de recursos forestales, en México. Es importante conocer el efecto de las cortas de selección en sus distintas variantes que son las más usadas; para generar recomendaciones de manejo basadas en evidencia científica. En el presente estudio se analizó el incremento del arbolado remanente y la abundancia de la regeneración natural en bosques mixtos e irregulares en Pueblo Nuevo, Durango, sometido a cortas de selección individual y en grupos en dos sitios de ensayo de una hectárea. Las cortas de selección se realizaron en 2016 y se levantó la información del incremento en 2021, donde se tomaron datos de diámetro, altura de pecho, altura total, altura fuste, diámetro de copas, distancia, azimut y se cuantificó la regeneración. A partir, del análisis de las variables de número de individuos (N/ha), área basal (m²/ha), volumen (m³/ha), entre otras se determinó que el mejor incremento en arbolado lo presenta el método de selección individual, mientras que el método de selección por grupos presenta mayor abundancia de regeneración natural. Por lo que se concluye que el método de selección individual generó mayor incremento basal y volumétrico durante el periodo de evaluación y una menor regeneración natural en comparación con el método de selección en grupos.

Palabras clave: silvicultura, extracción, corte, área basal, volumen, selección.

MODELOS DE ÍNDICE DE SITIO PARA ESPECIES MADERABLES EN BOSQUE TEMPLADO DE DURANGO, MÉXICO

José Carlos Monárrez González^{1*}, Gerónimo Quiñonez Barraza¹, Juan Antonio López Hernández², Gustavo Pérez Verdín³, Ricardo Martínez Casas³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

² Universidad del Bienestar Benito Juárez, Sede Tepehuanes

³ Instituto Politécnico Nacional

*Autor para correspondencia: monarrez.jose@inifap.gob.mx

La calidad del sitio se refiere a la capacidad productiva de un área, usualmente asociada al volumen de madera que un bosque puede producir al alcanzar su edad óptima de rotación. Esta capacidad se cuantifica a través del índice de sitio, que muestra la relación entre altura dominante y edad de un rodal o árbol. El objetivo del estudio fue ajustar modelos de índices de sitio para las especies de *Pinus arizonica*, *P. strobiformis*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla* y *P. teocote*, así como a nivel de género; para los bosques templados de la región de Santiago Papasquiario, Durango, México. Para ello se emplearon 298 análisis troncales y se ajustaron los modelos de Schumacher, Weibull y Chapman-Richards. Los parámetros ajustados se obtuvieron con el software SAS, utilizando procedimientos de regresión no lineal. Para generar el conjunto de curvas de índice de sitio, se aplicó el método de la diferencia algebraica. Los resultados indican que el modelo de Chapman-Richards presentó el mejor ajuste para todas las especies y género (R^2 de 0.99, menor suma de cuadrados del error y menor cuadrado medio del error). Reconociendo la variabilidad de crecimiento de los árboles según la calidad de sitio, se construyeron las curvas polimórficas de índice de sitio para cada especie y género, fijando a 14, 16, 18, 20 y 22 metros con edad base de 60 años. Se sugiere emplear los modelos resultantes para evaluar el potencial productivo de los bosques templados manejados de la región de Santiago Papasquiario, Durango, México.

Palabras clave: productividad, índice de sitio, chapman-richards, diferencia algebraica.

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE CON HERRAMIENTAS DE ACTUALIDAD EN BOSQUES DE LA TRINIDAD IXTLÁN, OAXACA

Albert Castillo López^{1*}, Gerónimo Quiñonez Barraza², Abel Martínez Martínez¹, Carla Itzel Martínez Pérez¹

¹ Comunidad de la Trinidad Ixtlán, Oaxaca, México

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

⁴ Licenciatura en Ciencias Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez

*Autor para correspondencia: a_castillo@ujed.mx

El Programa de Manejo Forestal (PMF) 2023-2030, fue formulado para la Comunidad La Trinidad Ixtlán, municipio de Santiago Xiacuí, Oaxaca, por un grupo técnico y especialistas forestales bajo los lineamientos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento. Las innovaciones y mejoras en el contenido de este PMF en relación con propuestas anteriores, considera los puntos siguientes: i) fortalecimiento del sistema biométrico local de crecimiento forestal a nivel de especie para estimar, el volumen total árbol, la distribución de productos y el potencial productivo, ii) debido de la alta presencia de rodales de regeneración, jóvenes, de mediana edad y aunado al alto potencial productivo del bosque, se facilitó plantear una regulación de la superficie por tratamiento silvícola de las unidades mínimas de manejo (UMM) para la aplicación del Método de Desarrollo Silvícola (MDS), iii) para las UMM que se propone aplicar el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), la cosecha es en base a los criterios de selección grupos o individual para renovar el bosque actual, propiciando la producción maderable y la mitigación del cambio climático. Finalmente, el sistema de planeación considera la estimación de atributos a través del muestreo aleatorio estratificado (MAE) para la definición de variables de interés como el número de árboles por hectárea (N), área basal (G), volumen total árbol (Vta), volumen rollo total árbol (Vrta), volumen de ramas (Vr), altura dominante e índice de sitio, índices de densidad y turno técnico.

Palabras clave: programa de manejo forestal, sistema biométrico, MDS y MMBI.

EFFECTOS DEL ACLAREO A NIVEL DE RODALES Y ÁRBOLES SOBRE EL CRECIMIENTO PARA MASAS REGULARES DE *Pinus cooperi* B. EN DURANGO, MÉXICO

Miguel Alejandro Ortiz Hernández^{1*}, José Javier Corral-Rivas¹, Pablito Marcelo López Serrano², José Rodolfo Goche Télles¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

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

*Autor para correspondencia: axl_mike@hotmail.com

Las masas coetáneas presentan una serie de características en cuanto a estructura y crecimiento, por tanto, necesitan estudios específicos que permitan comprender su dinámica y evolución. El objetivo del presente trabajo fue generar un régimen de aclareo en base a la edad para la especie *Pinus cooperi* B. Se analizó el efecto de cortas de aclareo en masas regulares en los bosques de la UMAFOR 1008 en 120 sitios parcelas de ensayo con cinco tratamientos de aclareos: ligero (remoción del 10% del área basal), moderado (20%), fuerte (40%), severo (60%), porvenir (60% más 300 árboles por hectárea) y un testigo, en la región de El Salto, Durango, México. A partir del análisis de las variables de número de individuos (N/ha), área basal (m²), diámetro medio cuadrático (m), coeficiente de esbeltez, índice de Hart-Becking y volumen (m³), de los tres inventarios (2014, 2017 y 2020). El tratamiento que mayor incremento presentó en área basal y volumen durante las tres fases de medición para los 120 sitios, fue el testigo y porvenir. En el intervalo de edad de 20 a 28 años, el tratamiento que mayor incremento mostró fue el moderado, a partir de los 30 años los tratamientos que más incremento mostraron fueron los más intensivos (fuerte, severo y porvenir), probablemente debido a los requerimientos espaciales. Este tipo de estudios permiten comprender el comportamiento de la especie *Pinus cooperi* B. en diferentes intensidades de aclareo en este tipo de bosques.

Palabras clave: régimen, monoespecíficas, silvicultura, coetáneas, *Pinus cooperi*.

CULTIVO DE *Tillandsia ionantha* PLANCH, COMO ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE EN RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES

Carolina González Mendoza^{1*}, Carlos Cuevas Suarez¹

¹ Tecnológico Superior de Perote

*Autor para correspondencia: caro.ing.forestal@gmail.com

La flora epífita vascular favorece en gran medida a la diversidad en bosques tropicales, pues se desarrolla en sustratos inestables, resiste cambios bruscos de temperatura y baja disponibilidad de agua y nutrientes. A diferencia de las plantas parásitas, no obtienen nutrientes de sus hospederos, sino que mayormente los requieren como soporte para acceder a mejores condiciones lumínicas. En el centro de Veracruz existe una gran producción de arcos y adornos florales, actividad que involucra la extracción ilegal de epífitas. Además de reducir y alterar el hábitat, dicha extracción sin un manejo apropiado pone en riesgo el mantenimiento de sus poblaciones. El presente proyecto propone el aprovechamiento sustentable del recurso forestal no maderable. Este tipo de ideas o trabajos, han sido una estrategia de éxito en pueblos mancomunados y comunidades de Oaxaca, sin embargo, sólo se enfocan en la conservación de recursos, sin beneficios económicos. El estudio se realizó en el “Vivero Forestal Actopan”, Mpio Actopan, Ver. evaluando la densidad poblacional de *Tillandsia ionantha* Planch. Gestionando ante la SEMARNAT la autorización para realizar la colecta y producción de los ejemplares. Actualmente, se desarrollan en vivero cerca de 25,000 individuos, los cuales reciben mantenimiento y cuidados fitosanitarios y actualmente se trabaja en su propagación. Con los resultados de esta investigación se podrá localizar un mercado nacional e internacional siendo un ejemplo de proyecto sea autosustentable para Región centro del estado de Veracruz.

Palabras clave: epífitas, manejo, colecta, producción, desarrollo regional, sustentabilidad.

CARACTERIZACIÓN SILVÍCOLA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS DE OAXACA

Ariadna Antunez Calderon¹, José Javier Corral-Rivas^{1*}, Pablito Marcelo López Serrano², Daniel José Vega Nieva¹, Wenceslao Santiago García³

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

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

³ Universidad de la Sierra Juárez - UNSIJ

*Autor para correspondencia: jcorral@ujed.mx

En los bosques sometidos a planes de manejo se deben realizar evaluaciones periódicas con el propósito de observar la respuesta del efecto de los tratamientos silvícolas utilizados en indicadores clave de manejo forestal sostenible. En el presente trabajo se obtuvieron los valores de diferentes indicadores silvícolas y de diversidad arbórea: densidad o número de árboles ha^{-1} , área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$), volumen ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), biomasa (ton ha^{-1}), diámetro medio cuadrático (cm), altura dominante (m) diámetro dominante (m), altura máxima (m) y riqueza de especies (S) con el fin de caracterizar la estructura de bosques templados en el estado de Oaxaca. El estudio se realizó con datos de 203 Sitios Permanentes de Investigación Forestal y de Suelos de 2500 m^2 distribuidos de manera estratégica en nueve Unidades de Manejo Forestal Regional (UMAFORES). Para el establecimiento de las parcelas se siguió la metodología desarrollada por Corral-Rivas *et al.* (2009). Los resultados indican que, en los bosques templados de Oaxaca, el número de árboles por hectárea varía de 88 a 150, el área basal de 6.81 a $63.73 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$, el volumen de 32.88 a $879.20 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, la biomasa de 20.18 a $225.25 \text{ ton ha}^{-1}$, el diámetro medio cuadrático de 11.63 a 49.77 cm , la altura dominante de 9.63 a 38.18 m , el diámetro dominante de 18.99 a 71.55 cm , altura máxima de 12.4 a 57.1 m y la riqueza de especies de 1 a 13. Los resultados del estudio representan información básica que puede ser utilizada como línea base para el monitoreo silvícola con bases científicas de bosques en Oaxaca.

Palabras clave: número de árboles por ha, área basal, volumen, biomasa, altura dominante.

AGRUPACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL EN DURANGO, MÉXICO

José Encarnación Luján Soto^{1*}, José Javier Corral-Rivas², Oscar Alberto Aguirre Calderon³, Tilo Gustavo Domínguez Gomez¹, Sacramento Corral Rivas⁴, José de Jesús Graciano Luna³

¹ Instituto Tecnológico de El Salto/Universidad Juárez del Estado de Durango

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

³ Facultad de Ciencias Forestale, Universidad Autónoma de Nuevo León

⁴ Instituto Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: jelujans@gmail.com

La Sierra Madre Occidental en el estado de Durango, es hogar de cerca de 5 millones de hectáreas de ecosistemas forestales ricos en especies maderables. La preservación de la riqueza de especies de este recurso único, requiere una mejor comprensión del funcionamiento individual de las especies, un modelo efectivo de manejo y de métodos avanzados de monitoreo. En consecuencia, el propósito de este estudio fue definir grupos de especies basadas en datos de una extensa red de sitios observación forestal permanente en el estado de Durango. Se revisaron diferentes enfoques para la simplificación de estas comunidades forestales ricas en especies. Una simple ordenación de crecimiento en altura que se había utilizado en varios estudios previos, proporcionó la motivación para el desarrollo de un nuevo método de agrupación de especies. El nuevo enfoque se basa en la diferenciación entre especies de dosel arbóreo alto y especies permanentes de dosel arbóreo bajo. El grupo de dosel arbóreo alto se subdividió después en individuos maduros e inmaduros, utilizando la relación entre diámetros y alturas generada mediante una distribución normal mixta y bivariada. La principal contribución de este trabajo es el uso de un método específico de estratificación vertical a partir de cocientes de altura-diámetro y de grupos bivariados. Esto, de acuerdo a nuestro conocimiento, es nuevo y potencialmente importante para el desarrollo de nuevos métodos de control de la cosecha en los bosques de la Sierra Madre Occidental, y quizás también en otros bosques con múltiples especies que están sujetos al manejo

Palabras clave: *Pinus*, *Quercus*, especies maderables, sitios de observación.

DIVERSIDAD ESTRUCTURAL Y ESPACIAL DE LOS BOSQUES NATURALES DE CLIMA TEMPLADO FRÍO EN DURANGO, MÉXICO

Johana Marine Flores Silva¹, Sacramento Corral Rivas^{2*}, José Encarnación Luján Soto³,
Gabriel Graciano Ávila², Ernesto Alonso Rubio Camacho⁴

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² Instituto Tecnológico de El Salto

³ Instituto Tecnológico de El Salto/Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ INIFAP Campo Experimental Centro Altos de Jalisco

*Autor para correspondencia: sacra.corral@gmail.com

La estructura de las masas forestales se define por el tipo, número y arreglo espacial y temporal de las especies presentes. El objetivo fue caracterizar los patrones de diversidad estructural de las especies y su distribución espacial en los bosques naturales de clima templado frío en Durango, México. Los datos se obtuvieron de 3040 sitios estructurales de cinco árboles distribuidos aleatoriamente entre las unidades de manejo. Se registraron azimut y distancia para cada árbol, especie, altura y diámetro. Se empleó un análisis de patrón de puntos para evaluar mezcla de especies, patrones de agregación y una diferenciación de dominancia dimensional. El análisis fue por especie y grupos. Para el contraste estadístico de los índices se utilizó el método de los percentiles de la distribución BOOTSTRAP, para dos muestras independientes mediante la función pb2gen en R. Los resultados indicaron que el grado de mezcla en promedio la especie de referencia tiene vecinos de diferente especie, siendo más evidente en las especies de los géneros *Juniperus*, *Arbutus* y *Alnus*. Además, existe una distribución aleatoria con la prueba de uniformidad de ángulos, en general por especie y géneros. La diferenciación en diámetros resultó más alta entre las especies del género *Pinus*, no siendo así en los otros géneros con una diferenciación moderada. El análisis de la estructura y dinámica espacial de los bosques naturales, mediante análisis generalizados y específicos, brinda un panorama detallado sobre el comportamiento de las especies y estructuras, cuyos resultados pueden ser de utilidad en la aplicación de los tratamientos.

Palabras clave: índice de mezcla de especies, índice de Gadow, diferenciación diamétrica.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES ARBÓREAS DE RODALES BAJO MANEJO FORESTAL EN EL EJIDO LA CIUDAD, PUEBLO NUEVO, DURANGO

José Encarnación Luján Soto^{1*}, Daniel Molina Medrano², Tilo Gustavo Domínguez Gomez¹, José de Jesús Graciano Luna², José Javier Corral Rivas³, Sacramento Corral Rivas², Oscar Alberto Aguirre Calderón⁴

¹ Instituto Tecnológico de El Salto/Universidad Juárez del Estado de Durango

² Instituto Tecnológico de El Salto

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

*Autor para correspondencia: jelujans@gmail.com

En esta investigación se evaluó el efecto de las prácticas silvícolas en rodales, de los bosques del ejido La Ciudad en Durango, México. Para conocer el efecto del manejo durante un periodo de 11 años, se utilizaron sitios de investigación forestal y de suelos, establecidos en 2007 y remedidos en 2013 y 2018, se establecieron a través de un muestreo sistemático, con una superficie de 0.25 ha, dos rodales fueron intervenidos con el MDS (segundo aclareo) y los otros dos con MMOBI. Se evaluaron a través de índices los tres componentes principales de la estructura de un bosque; diversidad y mezcla de especies arbóreas, distribución espacial y diferenciación dimensional. Se registraron cinco familias siendo la pinácea quien mayor presencia presento y la familia cupresácea quien menor presencia tuvo, respecto a la diversidad arbórea los valores del índice indican que no hay diferencia sigficativas a través de la prueba de comparación de varianza, en los dos métodos de manejo. Los resultados de la mezcla indican que incrementa la misma, después de la intervención silvícola en los rodales tratados con MMOBI, y en los rodales tratados con MDS, solo existen dos especies de *Pinus*. Respecto a la diferenciación dimensional en ambos tratamientos silvícolas los resultados muestran que no se homogenizo la masa, al contrario, incremento la variación. La especie de mayor importancia ecológica fue *Pinus durangensis* y la de menor presencia *Alnus firmifolia*. Disminuyendo el valor de importancia de todas las especies por efecto del manejo.

Palabras clave: practicas silvícolas, diversidad arbórea, estructura espacial, diferenciación dimensional.

GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE *Pinus chiapensis* BAJO TRES CONDICIONES DE LUZ

Giovanni Yesua Zurita-González^{1*}, Virginia Rebolledo-Camacho², Rosa Amelia Pedraza-Pérez²

¹ Universidad Veracruzana

² Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana

*Autor para correspondencia: giovannig074@gmail.com

Pinus chiapensis es una importante especie de pino por sus características de hábitat y calidad de madera, está considerada en peligro de extinción por baja regeneración natural, sobrevivencia de plántulas y la disminución en el tamaño de sus poblaciones. Las etapas tempranas de establecimiento de este pino se consideran críticas, por lo que es necesario evaluar factores que les afecten. El objetivo fue evaluar el efecto de tres intensidades de luz natural bajo condiciones de campo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus chiapensis* en Veracruz. En el Parque El Haya de Xalapa, Veracruz, se realizó un experimento en parcelas divididas. Se eligieron tres sitios con diferente intensidad de luz: alta, media y baja (parcela grande); se sembraron 50 semillas de tres sitios de colecta de Veracruz (parcela chica) realizándose cuatro réplicas. Se registró la germinación diaria durante un mes. Se midió la altura y el diámetro de una muestra de plántulas, a la par que se registró la sobrevivencia de estas, durante dos meses y medio. La germinación fue similar entre las condiciones de luz (15-22%) pero diferente entre los sitios de colecta (7-30%). La altura y el diámetro se vieron favorecidas en el sitio con luz alta, al igual que la sobrevivencia. Estudios previos determinan que la especie germina y crece mejor en sitios con claros, lo que refuerza los resultados obtenidos en este estudio. Se concluye que *Pinus chiapensis* requiere de luz para establecerse en zonas naturales.

Palabras clave: semillas, regeneración natural, sobrevivencia.

CRECIMIENTO E INCREMENTO DE *Swietenia macrophylla* KING EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Xavier García Cuevas^{1*}, Jonathan Hernández Ramos², Juan Mendoza-Muñoz³, Joaquín Gómez-Tejero⁴

¹ INIFAP-campo Experimental Chetumal

² INIFAP-campo Experimental Bajío

³ Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ INIFAP-Campo Experimental Edzná

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

Para contribuir al manejo de las plantaciones forestales comerciales (PFC), es fundamental conocer el crecimiento e incremento para definir la aplicación de tratamientos silvícolas. El objetivo fue ajustar un modelo de crecimiento en diámetro normal (d) y altura total (at) en función de la edad con enfoque de modelos de efectos fijos y de efectos mixtos para *Swietenia macrophylla* King en la península de Yucatán, México. Para el ajuste de los modelos se muestrearon 49 sitios en 28 plantaciones de los estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán, recolectando 8179 pares de datos de d y at de árboles del estrato superior en edades de tres a 57 años. El modelo de crecimiento ajustado fue el de Schumacher con el método de mínimos cuadrados no lineales (MCNL) y con modelos de efectos mixtos MEM, con efectos aleatorios en el parámetro de la velocidad de crecimiento. Con el enfoque de MCNL se obtuvieron para d una RCME=7.55 cm, $R^2=0.53$, AIC=49834 y loglik=-024914 y para at RCME=3.56 m, $R^2=0.51$, AIC=39955 y loglik=-9474. Con MEN se obtuvo para d una RCME=3.21 cm, $R^2=0.69$, AIC=44759 y loglik=-22357 y para at una RCME=2.00 m, $R^2=0.81$, AIC=30845 y loglik=-15418, con ganancias estadísticas porcentuales en todos los indicadores entre el 10% al 58%. Se obtuvieron parámetros generales y específicos por tipo de suelo para datos del estrato superior. El patrón de crecimiento en altura total y diámetro normal de *S. macrophylla* fue modelado satisfactoriamente utilizando datos temporales y un modelo no lineal de efectos mixtos.

Palabras clave: bosque tropical, manejo forestal, planes de manejo, ajuste de modelos.

COMUNIDADES MICROBIANAS DEL SUELO EN BOSQUES BAJO MANEJO FORESTAL EN ZACUALTIPÁN, HIDALGO

Ana Karen Cedillo Aviles^{1*}, Gregorio ángeles Pérez¹, Bruno Manuel Chávez Vergara²,
Armando Gómez Guerrero¹

¹ Colegio de Posgraduados

² Universidad Nacional Autónoma de México

*Autor para correspondencia: bio.karen29@gmail.com

Las comunidades microbianas de suelos forestales están reguladas por la interacción de factores de la vegetación, suelo y micro climáticas, las cuales pueden ser modificadas por las prácticas silviculturales. Se analizó el perfil de ácidos grasos de células enteras de la comunidad microbiana de suelos forestales dominados por *Pinus patula* con diferente edad (10, 20, 30, 33 y 85 años) para valorar el efecto del manejo silvícola (alteración de la cobertura forestal y condiciones de suelo). Se colectaron muestras de suelo de 0 a 10 cm de profundidad y se analizaron por el método de WCFA. Se utilizó un enfoque multivariado con el método de Regresión de componentes principales (PCR) y Análisis de componentes principales (PCA) para evaluar el efecto de variables del rodal y suelo. No se detectaron diferencias significativas en la abundancia de los ácidos grasos de bacterias, hongos y actinomicetos entre rodales, así como tampoco en la abundancia de los ácidos grasos totales, lo cual se atribuye a las condiciones de la vegetación. La estructura de la comunidad microbiana fue similar en todas las edades del rodal (Gram+, Gram-, Actinomicetos, Hongos micorrícicos arbusculares, Hongos saprófitos), excepto el rodal de 30 años que también registró ácidos grasos de Protistas. Los resultados tienen implicaciones importantes con respecto al sistema silvícola utilizado para el manejo forestal. A pesar de la modificación estructural de los rodales ocasionada por la corta de regeneración y cortas intermedias, estas no afectan de manera significativa a la composición y abundancia de las comunidades microbianas.

Palabras clave: ácidos grasos, wcfa, hongos, bacterias, suelos forestales.

COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO EN LOS BOSQUES DE TRANSICIÓN DEL NORTE DE MÉXICO

Martín Martínez-Salvador^{1*}, Argelia Emepina Rascón Ramos¹, Gabriel Sosa Pérez², Raúl Corrales Lerma¹, Nathalie Hernández Quiroz¹, Alfredo Pinedo Álvarez¹

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua

² INIFAP

*Autor para correspondencia: msalvador@uach.mx

La comprensión de los procesos hidrológicos se ha convertido en un asunto prioritario para México. Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar los factores más críticos en la generación de escurrimiento superficial y 2) analizar el efecto de variables de precipitación y humedad del suelo sobre el escurrimiento superficial. El área de estudio se encuentra en un bosque semi-seco en el estado de Chihuahua, México. Durante el periodo de lluvias del año 2018 se monitoreó la precipitación, el escurrimiento y la humedad del suelo en tres microcuencas. La intensidad máxima de lluvia que fue de 30 minutos, la precipitación y la humedad del suelo controlaron el escurrimiento superficial. La intensidad de la lluvia se relacionó con la cantidad de escurrimiento superficial, se observó un aumento en el escurrimiento cuando la intensidad de la lluvia fue mayor a 25 mm h^{-1} . Los coeficientes de escurrimiento más altos (10 %) ocurrieron cuando la intensidad de lluvia excedió los 30 mm h^{-1} . El escurrimiento superficial se activó cuando la precipitación excedió los 20 mm o cuando la humedad máxima del suelo por evento de lluvia excedió el 30 %. Solo el 10 % de los eventos superó estos umbrales, lo que indica la dificultad en la generación de escurrimiento en las zonas de transición. Más del 90 % de la lluvia se perdió por evapotranspiración. Estos resultados sugieren que la recarga de agua subterránea en los bosques de transición está relacionada con eventos de lluvia de baja intensidad y larga duración.

Palabras clave: ciclo hidrológico, manejo de bosques, agua en bosques.

DENSIDAD RESIDUAL SUGERIDA PARA EL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DE LOS BOSQUES DEL EJIDO EL BRILLANTE EN EL SALTO, DURANGO

Maira González Vazquez¹, José Encarnación Lujan Soto^{2*}, José Javier Corral-Rivas³, Tilo Gustavo Domínguez Gomez², José Guadalupe Colin⁴, Sacramento Corral Rivas⁴

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² Instituto Tecnológico de El Salto/universidad Juárez del Estado de Durango

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ Instituto Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: jelujans@gmail.com

En los sistemas de manejo forestal, la densidad es el proceso de control del espacio disponible para el crecimiento de los árboles por medio de dos factores; la densidad inicial y las cortas posteriores, siendo considerado el segundo factor de importancia después de la calidad de sitio para determinar la productividad forestal, el objetivo de esta investigación es definir umbrales teóricos de densidad residual que permitan un crecimiento óptimo de los subrodas comerciales en los bosques del ejido El Brillante. Se hizo una clasificación de las unidades mínimas de manejo o subrodas en tres categorías de densidad residual excesiva, sugerida y deficiente, basándose en su caracterización en dos niveles de productividad. El nivel alto se refiere a los rodales con una altura dominante igual o superior a 12.5 metros, mientras que el nivel medio se aplica a aquellos rodales con una altura dominante inferior a 12 metros. Para determinar los límites de densidad mínima y máxima para cada nivel de productividad, se utilizó un enfoque de regresión cuantílica no lineal. Se ajustó una ecuación que relaciona el número de árboles por hectárea con el diámetro medio cuadrático. Todos los parámetros resultaron ser significativos con $\alpha = 0.01$, lo que indica que las ecuaciones definen de manera adecuada los límites que clasifican a los rodales dentro de alguna de las tres clases de densidad residual, la mayoría de los rodales un 82% se clasifican como de productividad media mediante el uso de la altura dominante como indicador de productividad.

Palabras clave: densidad, área basal, el brillante, regresión cuantílica.

DENSIDAD RESIDUAL SUGERIDA PARA EL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DE LOS BOSQUES NATURALES DE DURANGO, MÉXICO

José Encarnación Luján Soto^{1*}, Oscar Alberto Aguirre Calderon², José Javier Corral-Rivas³, Eduardo Javier Treviño Garza², Marco Aurelio González Tagle², Tilo Gustavo Domínguez Gomez¹, José de Jesús Graciano Luna⁴

¹ Instituto Tecnológico de El Salto/Universidad Juárez del Estado de Durango

² Universidad Autónoma de Nuevo León

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ Instituto Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: jelujans@gmail.com

Los bosques naturales y múltiespecíficos representan más del 90 por ciento de las áreas forestales del mundo y son una fuente de muchos productos y servicios adicionales a la madera. Los bosques de la Sierra Madre Occidental representan un ejemplo destacado, ya que proporcionan más del 50 por ciento del total de madera en rollo en el país. La región forestal de El Salto P.N., Durango ha estado sujeta a la silvicultura selectiva durante más de un siglo para proporcionar una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades locales. Existen nuevas evidencias basadas en una serie de estudios permanentes de observación forestal que sugieren que la productividad potencial de estos bosques es alta. Sin embargo, la productividad de estos bosques parece ser muy sensible a la densidad residual, y niveles bajos pueden reducir significativamente la productividad forestal. El objetivo de esta investigación fue definir niveles teóricos de densidad residual que permitan un crecimiento cercano al óptimo para los subrodales comerciales de los bosques de la región de El Salto, Durango. Los resultados de las ganancias potenciales en productividad al mantener los subrodales en niveles sugeridos de densidad residual, ofrecen bases para incrementar la producción forestal de manera significativa en los bosques naturales de la Sierra Madre Occidental. Sin duda es de gran importancia generar investigación que genere nuevas alternativas de manejo forestal, para que las decisiones de manejo tengan más sustento científico.

Palabras clave: comunidad, densidad residual, ejido, incremento en volumen, Sierra Madre Occidental.

VARIABILIDAD DEL FLUJO DE CO₂ DEL SUELO EN UN BOSQUE BAJO MANEJO FORESTAL EN ZACUALTIPÁN, HIDALGO

Ana Karen Cedillo Aviles^{1*}, Gregorio Ángeles Pérez¹, Bruno Manuel Chávez Vergara², Armando Gómez Guerrero¹, Humberto Vaquera Huerta¹

¹ Colegio de Posgraduados

² Universidad Nacional Autónoma de México

*Autor para correspondencia: bio.karen29@gmail.com

Comprender los mecanismos que controlan el flujo de CO₂ del suelo (Respiración del Suelo- Rs) es esencial para promover estrategias efectivas de manejo que fomenten el almacenamiento de carbono en suelos forestales. Sin embargo, este conocimiento es aún limitado. Se determinó la variabilidad anual y estacional de la Rs en rodales gestionados (10, 20, 30, 33 y 85 años de edad) dominados por *Pinus patula*. Se empleó una cámara dinámica cerrada para cuantificar la Rs mensual durante un año. Los datos se analizaron mediante un enfoque no paramétrico y un modelo lineal mixto (MLM). Se evaluó el efecto de variables topográficas, climáticas, del suelo y dosel. Los valores máximos y mínimos de Rs se registraron en septiembre (8.05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y enero (3.66 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respectivamente. La Rs promedio de los rodales de 10 a 30 años (6.54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) fue significativamente mayor a la de 33 (5.737 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y 85 (4.371 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), asociada a diferencias en la cobertura arbórea y temperatura del suelo. Estacionalmente, la Rs del periodo de lluvias (7.39 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) fue significativamente mayor a la de secas (4.92 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y nortes (4.49 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), atribuido a las variaciones anuales en la precipitación y temperatura del suelo. De acuerdo con el MLM, las tasas mensuales de Rs dependen de los cambios entre clima, suelo y vegetación. Estos hallazgos sugieren considerar el efecto del manejo forestal, la edad del rodal, y patrones estacionales en evaluaciones de Rs.

Palabras clave: *Pinus patula*, cámara dinámica cerrada, rodales.

**CRECIMIENTO INICIAL DE *Gmelina arborea* EN DIVERSAS DENSIDADES:
UN ENSAYO DE NELDER EN ETAPA TEMPRANA**

Jesús Prados Coronado^{1*}, Rodrigo Hakamada², Abimelet Teofilo Contreras¹, Belkis Sulbaran³

¹ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

² Instituto de Pesquisas E Estudos Florestais

³ Universidad de Guadalajara

*Autor para correspondencia: chucho1506.jpc@gmail.com

Este trabajo se centra en evaluar el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* bajo nueve densidades diferentes, utilizando un diseño experimental de Nelder. Las densidades oscilan desde 7141 hasta 333 árboles por hectárea (arb/ha). A los nueve meses, la densidad más alta ha demostrado un crecimiento superior, posiblemente debido a la competencia temprana, aunque se espera que las densidades inferiores superen a esta a medida que los recursos disponibles se reducen. Este estudio busca determinar qué densidad maximiza el crecimiento con la menor inversión en actividades silvícolas, lo que puede tener implicancias significativas en la ordenación forestal y optimización de plantaciones de *Gmelina arborea*. Los resultados hasta la fecha son preliminares y el ensayo continuará para confirmar estas tendencias.

Palabras clave: *Gmelina arborea*, ensayo de Nelder, densidad de plantación, crecimiento inicial, ordenación forestal.

EFFECTO DE LOS GRADIENTES ALTITUDINAL Y LATITUDINAL EN LA PRODUCTIVIDAD Y DIVERSIDAD ARBÓREA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO NAZAS, DURANGO

Gabriel Graciano Ávila^{1*}, Benedicto Vargas Larreta¹, María Guadalupe Nava Miranda²

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: gabri.e.l@hotmail.com

El propósito de la presente investigación fue evaluar el efecto de los gradientes de altitud y latitud en la productividad y diversidad arbórea y arbustiva de la cuenca alta del río Nazas, Durango. Se seleccionaron cuatro subcuencas, las cuales se distribuyen de sur a norte formando cuatro gradientes latitudinales (I, II, III y IV). Cada gradiente latitudinal se dividió en tres gradientes altitudinales (bajo, medio y alto) distribuidos entre los 2100 y 3000 msnm. En cada gradiente altitudinal se establecieron cinco sitios de muestreo de 50x50 m y se realizó un censo de todas las especies arbóreas y arbustivas con diámetro normal (Dn) >7.5. A cada individuo se le realizaron mediciones de altura total y diámetro a la altura del pecho. Se determinó la densidad, área basal, biomasa, peso ecológico de cada especie, diversidad alfa y diversidad beta. La mayor riqueza y diversidad se presenta en la latitud III y en altitud alta. *Pinus teocote* es la especie más importante en la latitud I y II, mientras *Pinus arizonica* en III y IV. La similitud entre gradientes altitudinales y latitudinales aumenta en altas latitudes y altitudes. En la latitud III y alta altitud tienden a establecerse los árboles con mayor diámetro y altura. En la latitud III y alta altitud se presenta mayor área basal y biomasa. Las coníferas tienden a aumentar su densidad conforme aumenta la latitud y altitud reemplazando a las latifoliadas. La productividad y diversidad se ven influenciadas por los gradientes de altitud y latitud.

Palabras clave: área basal, densidad, índice de Margalef, índice de Shannon, subcuencas, riqueza específica.

FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN DEL SIMULADOR SILVÍCOLA SIMSIL EN MASAS DE *Pinus arizonica* MTZ EN CHIHUAHUA

Javier Hernández Salas^{1*}, J. David Nevárez-Chávez², Jesús Miguel Olivas-García¹, Concepción Luján-Álvarez¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza¹, Joel Rascón-Solano¹

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

² Colaboración Técnica Forestal, A.C.

*Autor para correspondencia: jhernans@uach.mx

Se explora la factibilidad de usar el simulador silvícola SIMSIL v1.1.1 (2023) cuyas bases teóricas y de programación se desarrollaron en 1986 para *Pinus douglasiana* Mtz en Jalisco. El propósito fue estudiar y acceder a la amplia gama de alternativas que este recurso digital ofrece, para apoyar en la toma de decisiones a los manejadores forestales en el diseño y aplicación de un régimen silvícola orientado a la gestión forestal de masas forestales naturales regulares de *Pinus* en Chihuahua, y con ello, facilitar y fortalecer la aplicación de tratamientos silvícolas tendientes a optimizar la producción de materia prima maderable requerida por la industria establecida. Este simulador permite proyectar el desarrollo y producción de una masa coetánea durante un ciclo de cultivo, a partir de elegir: turno; nivel, índice o medida de densidad; ciclo de corta o periodo de intervención silvícola y densidad de plantación o regeneración naturalmente establecida. Los valores simulados se compararon con el desarrollo y producción de tres parcelas permanentes de investigación silvícola de *Pinus arizonica*, con un seguimiento de 69 años. El resultado fue un error porcentual máximo del simulador al final de un turno de 60 y 70 años, en diámetro normal 5, altura 8, número de árboles por hectárea 20 y rendimiento total en volumen 25. Por lo anterior, se estima que el SIMSIL tiene potencial de aplicación para simular el desarrollo óptimo de masas forestales, a reserva de explorar otras alternativas de manejo y control de la densidad que el mismo ofrece.

Palabras clave: Control de Densidad, Régimen Silvícola, Silvicultura Intensiva.

HERRAMIENTAS SILVÍCOLAS Y TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BOSQUES, SELVAS Y LAS ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO

José Javier Corral-Rivas^{1*}, Jaime Briseño-Reyes², Pablito López-Serrano³, Daniel José Vega-Nieva², Jaime Roberto Padilla-Martínez⁴, Hilda Lorena Ávila-Márquez³

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Facultad de Ciencia Forestales y Ambientales, UJED

³ Instituto de Silvicultura E Industria de la Madera, UJED

⁴ Department of Forest Economics and Sustainable Land-use Planning, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, University of Göttingen, Germany

*Autor para correspondencia: jcorral@ujed.mx

Actualmente la sociedad tiene la necesidad de practicar en los bosques, selvas y zonas áridas de todo el mundo un manejo forestal sostenible. Para lograr lo anterior, se utilizan modelos matemáticos y análisis geoespaciales que permiten a los manejadores estimar las existencias reales y las tasas de cosecha o de posibilidad, que pueden proporcionar las áreas forestales de manera sostenida y comparar diferentes alternativas silvícolas en términos de los beneficios económicos, sociales y ambientales que genera el manejo forestal plasmado en un plan de ordenación forestal. Sin embargo, durante el uso de modelos matemáticos y de análisis geoespaciales, es necesario realizar cálculos complejos, por lo que, es común que estas y otras tareas se implemente en un programa informático, de manera que les permita a los usuarios generar los reportes, gráficos y mapas solicitados por la normatividad forestal vigente. En este trabajo se describen las versiones más recientes de tres herramientas silvícolas basadas en el uso del internet y que han sido desarrolladas en la Universidad Juárez del Estado de Durango para manejadores, silvicultores y profesionistas forestales interesados en la elaboración de programas de manejo en los bosques, selvas y zonas áridas de México. El Sistema de Planeación Forestal para Bosque Templado (SiPlaFor, <http://siplafor.cnf.gob.mx>), el Sistema de Planeación Forestal para Selvas (SiPlaSel, <http://fcfposgrado.ujed.mx/siplasel>) y el Sistema de Planeación Forestal para Zonas Áridas (SiFoZa, <http://fcfposgrado.ujed.mx/sifoza>), son herramientas silvícolas funcionales de apoyo en el proceso de toma de decisiones durante las etapas de elaboración y ejecución de programas de manejo forestal sustentable en los bosques, selvas y zonas áridas de México. En todos los casos la información dasométrica y geográfica es procesada y almacenada en la nube, y los resultados pueden ser visualizados en línea a través reportes tabulares, gráficos y mapas web.

Palabras clave: Siplafor, Siplasel, Sifoza.

RETOS DE LA CERTIFICACIÓN FORESTAL BAJO LOS CRITERIOS DEL NUEVO ESTÁNDAR DEL FSC EN LOS EJIDOS FORESTALES

Zazil Ha Mucui Kac García-trujillo¹, Jorge Antonio Torres-Pérez^{2*}, Martha Alicia Cázarez-Morán¹, Alicia Avitia-Deras¹, Laura Anahí Macario-González¹, Yuriria Hernández-Velasco¹

¹ Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Maya

² Universidad Autónoma Chapingo.

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

El FSC (Forest Stewardship Council) es un organismo internacional que promueve un sistema de certificación forestal con dos componentes claves, manejo forestal y cadena de custodia, su objetivo es garantizar que el bosque se está manejando de forma que conserva la biodiversidad, la producción, los recursos asociados, beneficia a las poblaciones y los trabajadores locales, asegurando al mismo la viabilidad económica. La evaluación se lleva a cabo bajo estándares adaptados a las condiciones de cada país, México es un caso atípico por la estructura de propiedad de la tierra. Hasta el año 2021 se utilizó el estándar FSC-STD-MEX-05-2010-MEXICO, cambiándolo por el nuevo estándar FSC-STD-MEX-02-2021_V2-0. El objetivo de esta investigación fue realizar un comparativo de los estándares para analizar los cambios que debe enfrentar un ejido en vías de certificación basado en los nuevos requerimientos de la Certificación. En México, la certificación es voluntaria, sometiendo a evaluación el desempeño de las operaciones forestales a través de criterios e indicadores que califican el manejo responsable del bosque tomando en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales. Los ejidos actualmente están incursionando en la certificación como medio para acceder a otros programas, especialmente al mercado de carbono. La realidad de muchos ejidos es la falta de organización administrativa, por lo que la aplicación del nuevo estándar va a implicar cambios profundos en las gestiones sociales para lograr los compromisos internacionales de tipo laboral y de derechos humanos firmados por México y requeridos en el nuevo estándar.

Palabras clave: certificación forestal, ejidos, FSC, estándares.

CAPÍTULO II

Plantaciones forestales y agroindustriales

ETAPAS DE LA PLANEACIÓN OPERATIVA, PREVIAS AL INICIO DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL COMERCIAL, Y SU IMPORTANCIA

Antonia Villarreal^{1*}, Saúl Benjamín Monreal Rangel²

¹ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

² Retirado

*Autor para correspondencia: villarreal44@hotmail.com

Este documento es una propuesta de las fases previas al arranque de una plantación Forestal Comercial (PFC) de las prácticas realizadas previas al establecimiento de la misma, en la experiencia de 26 años y la visita a 75 empresas en 43 países. El objetivo es mostrar cuales son las fases más recomendables, previas al arranque de una plantación forestal comercial para zona de trópico, utilizando un caso real de aplicación. La metodología aplicada, fue una documentación histórica de las visitas y de las entrevistas hechas a responsables de campo de empresas y pequeños propietarios plantadores. Se concluyó que se requiere de la planeación operativa macro: selección de la especie o especies a plantar y en la ubicación de la región más adecuada de acuerdo a los requerimientos agroecológicos: TMA, PMA, ASNM y tipo de suelo, de las especies seleccionadas, todo ello de acuerdo con los objetivos productivos de la plantación. La planeación micro o prospección: seleccionar los mejores predios tomando en cuenta, la disponibilidad real de superficie aprovechable o la accesibilidad al mismo, situación legal y precio de renta o de compra; distancia al punto de venta o transformación industrial y la posibilidad de integrar un conjunto predial que incluya la compra o renta de todos los predios que sea factible. Se enfatiza la importancia del uso de drones como elemento de reconocimiento del terreno. Finalmente se muestran las experiencias de la planeación llevada a cabo para el establecimiento de nuevas plantaciones de pinos tropicales en el sur de Veracruz

Palabras clave: prospección de tierras, requerimientos agroecológicos de las especies forestales.

PROPAGACIÓN DE MAGUEY PULQUERO CON LABORES CULTURALES Y ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO

Sonia Teresa Cruz-Vasconcelos^{1*}, Carlos Ramírez-Herrera², Nicacio Cruz-Huerta³, Armando Gomez-Guerrero², Valentín José Reyes-Hernández²

¹ Colegio de Posgraduados

² Posgrado en Ciencias Forestales, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados

³ Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad- Fisiología Vegetal, Campus Montecillo Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo

*Autor para correspondencia: cruz.sonia@colpos.mx

Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck, se reproduce por semillas e hijuelos del rizoma. Sin embargo, es una planta monocárpica, y el número de hijuelos del rizoma es bajo. Por lo anterior, se plantea el objetivo de evaluar el número de hijuelos del rizoma de *A. salmiana* y crecimiento de estos después de someter las plantas a diferentes tratamientos. Se seleccionaron al azar 240 plantas de *A. salmiana* en una plantación en Temascalapa, estado de México, México en 2021. Se aplicaron ocho tratamientos (testigo, AIB, cajeteo, aporque, cajeteo-aporque, cajeteo- AIB, aporque- AIB y aporque-cajeteo-AIB) con 30 repeticiones en un diseño completamente al azar. Se registró el número de hijuelos de forma mensual de julio a noviembre de 2021 y mayo 2022; la supervivencia, altura y diámetro de los hijuelos se realizó 17 meses de aplicar los tratamientos. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el número de hijuelos, altura y diámetro. El número promedio de hijuelos por planta fue 1.4 en el testigo, mientras que este fue 3.7 en el cajeteo-AIB. Los valores promedios de altura y diámetro fueron 14.5 y 15.9 cm, respectivamente. La altura de hijuelos en el cajeteo fue 13.2 cm y 16.0 cm en el cajeteo-AIB. El diámetro de hijuelos varió entre 14.3 cm en el testigo y 18.3 cm en cajeteo-AIB. La supervivencia de hijuelos fue 99%. Las labores culturales en combinación con AIB incrementaron el número de hijuelos del rizoma e influyeron positivamente en la altura y diámetro de estos.

Palabras clave: *Agave salmiana*, auxinas, hijuelos de rizoma, cajeteo, aporque.

SISTEMAS DE COSECHA UTILIZADOS EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN MÉXICO.

Saul Benjamín Monreal Rangel^{1*}, Antonia Villarreal²

¹ Consultor Forestal Independiente

² Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

*Autor para correspondencia: monreal.saul15@gmail.com

El sistema de cosecha de las plantaciones forestales y el bosque natural presentan obviamente diferencias en la forma de llevarse a cabo. Este trabajo caracteriza las formas en las que se realiza la cosecha en plantaciones forestales en el sureste de México. Fue posible diferenciar tres sistemas de cosecha: trozas de cortas dimensiones (4 y 8 pies), largas (16 a 19 pies) y fustes completos. El sistema de trozas cortas se utiliza en raleos y aprovechamiento final para madera sólida; el derribo y dimensionado se hace con motosierra, la extracción con tractor agrícola, con pinza de arrastre o remolque forestal incluso para ejecutar la carga al vehículo que la trasladará. El sistema de trozas largas se utiliza en plantaciones “cero manejo” destinadas a la producción de astilla para celulosa, tablero MDF y aglomerados; el derribo y dimensionado se hace con motosierra, con tri neumático, cizallador o talador - apilador dependiendo del volumen a aprovechar por día; la extracción se lleva a cabo con tractor agrícola con pinza de arrastre o remolque forestal o con tri neumático con pinza de arrastre y carga. El dimensionamiento se lleva a cabo a orilla de camino con motosierra; para operaciones a mayor escala se emplea una dimensionadora montada sobre orugas. El transporte a la industria se lleva a cabo en tractocamiones de doble remolque. En el sistema de fuste completo el derribo se realiza con talador – apilador, el arrastre con tractor articulado, la carga con grúa hidráulica.

Palabras clave: extracción de trozas, corte, arrime, carga y transporte de madera en rollo.

PREPARACIÓN DE TIERRAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN MÉXICO.

Antonia Villarreal Alvarez^{1*}

¹ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

*Autor para correspondencia: villarreal44@hotmail.com

La preparación mecanizada de las tierras es asunto obligado en las plantaciones forestales ya que permite un mejor desarrollo inicial de la planta y asegura un alto porcentaje de supervivencia. Existen en México dos niveles de mecanización en la preparación de tierras; en el más simple la limpia de la vegetación herbácea y arbustiva se hace con chapeadora o desbrozadora acoplada a la toma de fuerza de un tractor agrícola de doble tracción y de 95 o más HP, la apertura de las líneas de plantación se ejecuta con desgarrador o subsolador acoplado al hidráulica y toma de fuerza de tractor agrícola de similares características, mientras que el bordeado se lleva a cabo con un arado de discos, igualmente acoplado a tractor agrícola. En el nivel más complejo la limpia de la vegetación arbustiva se lleva a cabo con rodillo resquebrajador jalado por un tractor bulldócer de 215 HP o más, la apertura de las líneas de plantación se lleva a cabo con una rastra arado forestal (RAF), jalada por un tractor forestal articulado de 215 HP, la RAF subsuela y construye diferentes opciones de camellones, dependiendo de la precipitación anual que caracteriza a la región, en un mismo paso. Una vez cosechada la plantación la subsecuente preparación del terreno cosechado se inicia con una máquina que convierte los tocones en astillas para facilitar su pronta incorporación al suelo. Posteriormente las nuevas líneas de plantación se excavan con la RAF en el espacio libre entre las anteriores líneas de plantación.

Palabras clave: apertura de líneas de plantación, maquinaria agrícola para la preparación de tierras.

SOBREVIVENCIA EN CAMPO DE PLÁNTULAS DE *Pinus rudis* ENDL. APLICANDO ANTITRANSPIRANTES

Andrés Flores García^{1*}

¹ INIFAP

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

En México, al ejecutar los programas de reforestación las plantas pueden ser establecidas en sitios marginales, cuyas condiciones ambientales son adversas y se tienen bajos porcentajes de sobrevivencia. Se estima que la mortalidad de las reforestaciones es de 42% debido a la sequía. No obstante, son pocos los esfuerzos por incrementar el porcentaje de sobrevivencia inicial en pinos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de tres antitranspirantes y dos formas de aplicación en la sobrevivencia inicial de plantas de *Pinus rudis* Endl. establecidas en campo. Para obtener resultados al respecto, se estableció y evaluó un experimento en Terrenate, Tlaxcala, conformado por seis tratamientos con tres productos antitranspirantes, dos formas de aplicación y un testigo. Después de ocho meses de investigación, los resultados mostraron diferencias significativas en la sobrevivencia de las plantas entre los tratamientos ($p=0.0393$), pero no hubo diferencia con respecto al testigo. Se observó que la probabilidad de sobrevivencia aumentó con el incremento del diámetro del cuello de la raíz. Los mayores porcentajes de sobrevivencia lo registraron el testigo (92%) y los tratamientos que suministraron Vapor Gard / Aspersión, Fitoglass / Aspersión y Ecofilm / Aspersión (89% en todos los casos). Al respecto, se concluyó que es conveniente evaluar la respuesta de este pino en periodos del año con reducida precipitación o en sitios con limitaciones de humedad para apreciar el efecto de los antitranspirantes.

Palabras clave: conservación forestal, humedad, pino, reforestación, restauración forestal, sequía

¿QUÉ ADAPTACIONES ESTÁ HACIENDO BRASIL EN LAS PLANTACIONES FORESTALES TRAS LA CRISIS CLIMÁTICA GLOBAL?

Jesús Prados Coronado¹, Rodrigo Hakamada^{2*}, Belkis Sulbaran³

¹ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

² Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

³ Universidad de Guadalajara

*Autor para correspondencia: rodrigo.hakamada@ufrpe.br

La silvicultura de plantaciones forestales de Brasil es una de las líderes en productividad forestal y gestión de operaciones forestales. Este trabajo tuvo el objetivo de presentar las principales acciones en los últimos 40 años que hicieron un incremento promedio anual en *Eucalyptus* y Pino fueran de 15 y 25 para 35 y 40 m³ ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente, y las recientes adaptaciones tras la crisis climática global. Por lo que, se presenten resultados en el efecto de la genética, del sitio y de prácticas silviculturales en *Eucalyptus* y Pino. En principio, la investigación profunda de las condiciones climáticas y edáficas generaron una caracterización adecuada del potencial productivo de cada predio. Desde el punto de vista genético, el cambio de semillas por los clones fue fundamental, y en los años más recientes la investigación de características relacionadas con el estrés ambiental ha sido de gran importancia. El planeamiento en la escala del predio con cambios de espaciamiento, preparación del suelo y fertilización sitio-específicas pueden resultar en incrementos de supervivencia, productividad y calidad de la madera.

Palabras clave: cambio climático, productividad forestal en Brasil, silvicultura.

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ORGANISMOS BENÉFICOS PARA PREVENIR *Fusarium* EN LA PRODUCCIÓN DE *Pinus pseudostrabus* EN VIVERO

Arnulfo Aldrete^{1*}, Manuel Aguilera Rodríguez², Silvia Edith García Díaz², David Cibrian Tovar²

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad Autónoma Chapingo

*Autor para correspondencia: aaldrete@colpos.mx

El problema fitosanitario más importante que se presenta en los viveros forestales es la enfermedad conocida como Damping-off, mal del semillero, chupadera y pudrición de raíces. Enfermedad producida por hongos del suelo, entre los que se encuentran *Fusarium* sp. Una alternativa para controlar problemas causados por *Fusarium* sp es el uso de agentes de control biológico, como el hongo *Trichoderma* spp. El objetivo de este estudio fue comparar la incidencia de *Fusarium* sp en la germinación y crecimiento en vivero de *Pinus pseudostrabus* con y sin la aplicación de productos biológicos benéficos en tres diferentes sustratos. Se evaluaron 12 tratamientos resultantes de la combinación factorial de tres niveles de sustratos [Mezcla 1 (turba, perlita, vermiculita), Mezcla 2 (aserrín, corteza, turba), Mezcla 3 (aserrín, perlita, turba), todas en proporción 3:1:1] y cuatro niveles de productos biológicos comerciales [Testigo (sin producto), PHC-T22[®], Bactiva[®], HDM-Biotec[®]]. Se evaluó la patogenicidad e incidencia de *Fusarium* sp y el crecimiento de las plantas sanas. El mayor número de plantas enfermas (7%) se presentaron en el testigo, donde se utilizó la mezcla 1 (turba, perlita, vermiculita) y no incluyó inoculación con algún producto benéfico. Durante la comparación de las mezclas, aquellas que incluyeron aserrín fresco como componente principal (60%) presentaron en promedio menos de la mitad de plantas afectadas por *Fusarium* sp en comparación con la mezcla base (turba, perlita, vermiculita). El producto biológico que mejor previno el ataque de *Fusarium* sp fue el Bactiva[®] con solamente 1.8% de incidencia de la enfermedad.

Palabras clave: vivero, sustratos, calidad de planta, sanidad, trichoderma, fusarium.

ALGUNOS FACTORES DE MANEJO EN VIVERO PARA PRODUCCIÓN DE *Pinus patula* CON FERTIRRIEGO POR INUNDACIÓN

Adriana Sánchez-Guerrero¹, Miguel Ángel López López^{1*}, Teresa Margarita González-Martínez¹, Rafael Ricardo Hernández-Valera²

¹ Colegio de Postgraduados

² Secretaría del Medio Ambiente, CDMX

*Autor para correspondencia: lopezma@colpos.mx

El sistema de fertirriego por aspersión es ampliamente utilizado en los viveros forestales de México, aun cuando es poco eficiente en cuanto al uso del agua y fertilizantes. El sistema de fertirriego por inundación es una tecnología en desarrollo para especies forestales; por esta razón, es fundamental probar los factores que pueden afectar el crecimiento de las plantas bajo este sistema. Se evaluó el efecto de fungicidas, número de fertirriegos por semana y el uso de vermiculita al 10%, sobre el desarrollo, morfología y calidad de planta de *Pinus patula* en un sistema hidropónico por inundación, bajo condiciones de invernadero, de acuerdo con un diseño experimental de parcelas divididas. Las variables evaluadas fueron: diámetro basal, altura, biomasa aérea y radical, relación biomasa aérea/subterránea, índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson. Se evaluó el estado nutrimental de la planta de *Pinus patula* y el consumo de agua y nutrimentos durante el período experimental. Los resultados indican que los mejores valores de calidad se asocian de manera general al uso de Captán[®] en vez de Cupravit[®], combinado con vermiculita en la mezcla de sustrato. La raíz de *Pinus patula* fue poco abundante con la aplicación de Cupravit[®]. El consumo total de agua y fertilizantes solubles por plántula fue de 0.73 L y 0.009 g, respectivamente. La planta de *Pinus patula* producida bajo este sistema fue adecuada a juzgar, por los indicadores de calidad que la clasifican como media, sin incurrir en consumos excesivos de agua y nutrimentos.

Palabras clave: fertirriego por inundación, número de fertirriegos, fungicida, vermiculita, calidad de planta.

**ANÁLISIS DEL POTENCIAL NUTRICIONAL DE BIOCARBÓN CON
BIOMASA RESIDUAL DE PLANTACIONES FORESTALES DE
Haematoxylum CAMPECHANUM**

Ana Patricia Pérez Caballero¹, Diana Ayala Montejó^{1*}, Edi Alberto Morales Mendoza²,
Nancy Guadalupe González Canché¹, Pablo Martínez Zurimendi¹

¹ El Colegio de la Frontera Sur

² Universidad Tecnológica de la Selva

*Autor para correspondencia: diana.ayala@ecosur.mx

El árbol de palo tinto (*Haematoxylum campechanum* L.) es una especie botánica que se distingue por la diversidad de aplicaciones en las que se utiliza, tales como la producción de madera, leña, extracto de hematoxilina, captura de carbono y producción de carbón vegetal. Actualmente, en el estado de Campeche, la superficie registrada con Plantaciones Forestales Comerciales (PFC) de esta especie es 102 hectáreas, en donde la mayoría de los terrenos habían sido pastizales. El manejo silvicultural de estas PFC consiste en realizar frecuentes podas y raleos, lo cual genera biomasa residual que puede ser aprovechada para la producción de carbón como bioinsumo enriquecedor de suelos. El objetivo del presente trabajo fue analizar el potencial nutricional del biocarbón elaborado a partir de esta biomasa residual e inoculándolo con un consorcio microbiano. Este bioinsumo se elaboró con biomasa residual procedente de una PFC de cinco años, ubicada en Santa Lucía, Palizada, Campeche, por pirólisis en un horno RoCC. Posteriormente, el carbón se inoculó con microorganismos procedentes de suelos poco perturbados de áreas donde crece el árbol de palo de tinto de manera natural. Para evaluar el potencial nutricional del biocarbón se empleó la cromatografía de Pfeiffer considerando seis réplicas y un ANOVA con $P < 0.05$. Los resultados mostraron que el biocarbón presentó un incremento de 4.5mm en materia orgánica, 22.17mm en minerales y 5.67 mm en actividad enzimática con respecto al carbón sin inocular, lo cual permite concluir que el biocarbón tiene potencial nutricional.

Palabras clave: bioinsumo, minerales, materia orgánica, microorganismos, cromatografía de Pfeiffer.

PRODUCCIÓN DE PLANTA DE *Pinus montezumae* LAMB. EN DOS SISTEMAS DE FERTIRRIEGO Y SUSTRATOS ALTERNATIVOS

Miguel Ángel López López^{1*}, Ferman Juárez-Mirón¹, Jesús Jasso-Mata¹, Rafael Ricardo Hernández-Valera²

¹ Colegio de Postgraduados

² Secretaría del Medio Ambiente, CDMX

*Autor para correspondencia: lopezma@colpos.mx

Los viveros tecnificados con sistemas de fertirriego por aspersión y uso de turba de musgo impactan negativamente el medio ambiente por el uso ineficiente del agua y nutrientes, así como por la alteración ecológica en los sitios de recolecta de la turba. La investigación tuvo por objeto, probar innovaciones para contribuir a optimizar el uso de los recursos mencionados, así como probar una mezcla de sustrato alternativa a la comúnmente usada en México. En un experimento factorial 2x3 con arreglo de tratamientos completamente al azar y condiciones de invernadero, se probaron dos sistemas de fertirriego: inundación y regadera y tres mezclas de sustrato: turba de musgo: perlita: vermiculita (60:30:10, Vol: Vol: Vol) y biocarbón: turba (40:60 y 60:40; Vol: Vol). Se evaluó variables de crecimiento y de calidad de planta y se cuantificó la cantidad de agua y fertilizantes utilizados en cada sistema de fertirriego. El sistema de regadera consumió 207% más agua comparado con el sistema de fertirriego por inundación. En algunos tratamientos se utilizó hasta 50% más fertilizante en fertirriego con regadera que con inundación. Las mezclas de sustrato probadas tuvieron efecto en los tratamientos en ambos sistemas de fertirriego. El uso de 40 o 60% de biocarbón en la mezcla de sustratos resultó negativo para el crecimiento de las plantas. La acidificación del biocarbón, previa al mezclado de sustratos, contribuye a acondicionar este material para su uso en la mezcla para la producción de planta de *Pinus montezumae* en vivero.

Palabras clave: inundación, biocarbón, vivero forestal, reducción del uso de fertilizante, reducción del uso de agua.

ECOLOGÍA Y SILVICULTURA EN PLANTACIONES DE CAOBA DE HOJA ANCHA EN LAS TIERRAS BAJAS Y HÚMEDAS DE MESOAMÉRICA.

Héctor Conrado Valdés Marckwordt^{1*}

¹ Universidad de San Carlos de Guatemala

*Autor para correspondencia: cvalmarck@gmail.com

La investigación consiste en comparar y caracterizar biológica y ecológicamente diferentes estudios de caso, considerando la aplicación de tratamientos silvícolas para eficientizar el manejo de plantaciones, evaluando, adaptación, crecimiento, producción, desarrollo y posibilidad del cultivo de *Swietenia macrophylla* King. Las variables respuesta serán la sobrevivencia, tasa de crecimiento de árboles individuales en altura y diámetro, volumen por unidad de área y la proporción de afectación por el barrenador del ápice. Se describirán las características, para definir su estructura horizontal y vertical, identificando especies acompañantes, clases de edad, considerando la productividad de la especie al plantarse en monocultivo, mezclas y sistemas agroforestales, incluyendo las prácticas realizadas para la prevención y control del *Hypsiphilla grandella*. Se evaluará la viabilidad financiera en el establecimiento, se desarrollarán índices de densidad y curvas de índice de sitio, buscando modelar y simular la productividad. No se establecerán ensayos experimentales, ya que se evaluarán plantaciones ya establecidas. Debido que tanto *Swietenia macrophylla* como las especies asociadas, crecen en ambientes cálido/húmedos, característicos de las Tierras Bajas (menores a 1,000 msnm) y que en el sur de México y Centroamérica existen dos regiones fisiográficas en las cuales se presentan estas condiciones climáticas con un marcado contraste edafológico, se abarcarán tanto las Tierras Bajas y Húmedas del Pacífico, como las tierras del Atlántico. En cada país se seleccionarán 6 proyectos, y las variables dasométricas se registrarán en parcelas rectangulares de 500 metros cuadrados, aprovechando parcelas permanentes de medición (ppm) del sistema de monitoreo de las Instituciones del Servicio Forestal.

Palabras clave: caracterización ecológica y silvícola en plantaciones de caoba de hoja grande.

PRODUCCIÓN MADERABLE DE *Acacia mangium* EN TABASCO, MÉXICO

Marivel Dominguez^{1*}, Eduardo Zentella-Bello², Pedro Arcos-Guzmán³

¹ Colegio de Postgraduados

² Silvicultor

³ Universidad Autónoma de Chiapas

*Autor para correspondencia: mdguez@colpos.mx

Acacia mangium es un árbol perenne nativo de Australia, Papúa-Nueva Guinea e Indonesia. Es una especie de rápido crecimiento en condiciones de bosque húmedo tropical, por lo que en Tabasco se empezó a plantar a nivel comercial en 1999 para producción de madera para celulosa; actualmente están plantadas 1,300 ha generando ingresos económicos para los silvicultores. Además, la especie genera alta producción de materia orgánica restaurando la fertilidad del suelo, protege los recursos hídricos y conserva la biodiversidad. El objetivo del presente estudio fue cuantificar el crecimiento de los árboles y la producción de madera en plantación de *A. mangium* en Huimanguillo, Tabasco. La plantación se estableció en 2019 a marco de plantación 2 x 2 m, en terreno donde ya se había realizado tres ciclos de corta. Se instaló una parcela de 440 m² con 119 árboles. En el inventario forestal se midieron DAP, altura total y se determinaron volumen maderable, ICA e IMA, y a los cuatro años de edad se realizó un aclareo. En el cuarto año de crecimiento los árboles obtuvieron 11.8 cm de diámetro promedio, 17.9 m de altura, 246 m³ ha⁻¹ de volumen maderable, 104.8 m³ ha⁻¹ año⁻¹ de ICA y 61.6 m³ ha⁻¹ año⁻¹ de IMA. En el aclareo se extrajeron 69 m³ ha⁻¹. El ciclo de corta de *A. mangium* es de 5 años. Estas plantaciones están abriendo nuevas expectativas para que los silvicultores establezcan la especie y sirva a pequeños y medianos productores forestales para darle el mejor manejo.

Palabras clave: plantaciones forestales, rápido crecimiento, volumen maderable.

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ALTURA DE UNA PLANTACIÓN DE PINOS TROPICALES AL NORTE DE PUEBLA

Andres Ambrosio Duran^{1*}, Ramiro Puc-Kauil², Bernardo Galeote-Leyva², Adan Nava-Nava³, Facundo Sánchez-Gutiérrez⁴, José Pastor Parra-Piedra⁵, Laura Vianey León-Gonzalez²

¹ Tecnológico Nacional De México, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

⁴ Universidad Autónoma de Chiapas, Palenque, Chiapas

⁵ Ruby Canyon Mexico A Tüv Süd Company

*Autor para correspondencia: ambrosioduran12@gmail.com

Los pinos tropicales (híbridos y puros) se adaptan a diversas condiciones pluviométricas y de suelos, y presentan crecimiento rápido. Por estas propiedades toman mayor interés en la industria forestal. Por ello, es importante conocer su crecimiento para planificar los aprovechamientos maderables en distintas regiones. El objetivo del estudio fue caracterizar el crecimiento e incremento corriente anual (ICA) en altura de una plantación y determinar las mejores procedencias de pinos tropicales en la sierra norte de Puebla. La plantación tiene siete años de edad e integrada por cuatro híbridos procedentes de Australia, China y Argentina, y dos pinos puros que provienen de Australia y Venezuela. A los árboles se les midió el diámetro normal y la altura total (At) en 2022 y 2023. Con el programa R, los datos se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar. Se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$) para determinar la mejor procedencia. El crecimiento e ICA en altura fueron estadísticamente diferentes entre las procedencias ($p < 0.0121$). A siete años, el pino híbrido *Pinus caribea* var. *hondurensis* x *Pinus tecunumani* y el pino puro *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, ambos de Australia fueron los de mayor At promedio (9.08 m a 10.54 m) e ICA (~ 1.0 m). Estas procedencias son las recomendables para establecer plantaciones forestales con fines producción de resina y madera en la región de estudio. En contraste, el pino puro, *Pinus elliottii* var. *elliottii* fue la de menor expresión dasométrica.

Palabras clave: aprovechamiento maderable, incremento corriente anual, pinos híbridos, pinos puros, resina y madera.

**RELACIÓN ALTURA TOTAL-DIÁMETRO NORMAL PARA
PLANTACIONES DE *Pinus leiophylla* SCHL. & CHAM. EN MICHOACÁN,
MÉXICO**

Jonathan Hernandez Ramos^{1*}, Ruben Barrera Ramirez², H. Jesus Munoz Flores²,
Xavier Garcia Cuevas³, Enrique Buendia Rodriguez⁴, Jose Trinidad Saenz Reyes²

¹ INIFAP-Campo Experimental Bajio

² INIFAP-Campo Experimental Uruapan.

³ INIFAP-Campo Experimental Chetumal

⁴ INIFAP-Campo Experimental Valle de Mexico

*Autor para correspondencia: forestjonathanhdez@gmail.com

La altura total (At) del arbolado es la variable dasométrica que mayor esfuerzo, tiempo y recursos demanda en un inventario forestal. Los modelos altura-diámetro normal son una opción factible y precisa para reducir costos y esfuerzos en actividades de campo. El objetivo fue modelar la relación altura-diámetro en *Pinus leiophylla* en plantaciones forestales en la Meseta Purépecha de Michoacán, México. Con 574 pares de datos de altura-diámetro se ajustó a través de máxima verosimilitud y la inclusión de una función que pondera los residuales (varPower), el modelo de Schumacher de dos parámetros bajo el enfoque de modelos de efectos mixtos (MEM). La hipótesis fue que las condiciones que propicia el sitio: biofísicas, ambientales y de densidad, influyen tanto en la asíntota como en la velocidad de cambio de la relación alométrica analizada. El modelo al incluir un valor de 1.3 dentro de su estructura original explica el 92.53% de la variabilidad muestral (R^2), con una raíz del cuadrado medio del error (RCME) de 0.88 m y un sesgo de 0.004 m, sin presentar problemas de normalidad y homocedasticidad. El valor asíntótico (a_0) vario por sitio entre 6.7-19.5 m de acuerdo con las condiciones específicas de crecimiento. La calibración con 97 individuos independientes al ajuste mostro que al incluir los dos árboles más gruesos por sitio se obtienen los mejores resultados (R^2 , RCME, asimetría y Sesgo). Las variaciones en la relación altura-diámetro propiciadas por las condiciones de sitio se pueden representar satisfactoriamente mediante el enfoque de análisis de MEM.

Palabras clave: plantaciones forestales, calibración de ajuste, manejo forestal, modelos mixtos, relación alométrica.

ESTRUCTURA FENOLÓGICA Y POBLACIONAL DE UNA PLANTACIÓN DE *Agave gentryi* B. ULLRICH EN SUR DE NUEVO LEÓN

Marisol Gonzalez^{1*}, Luis Rocha Dominguez¹, Nelson Manzanarez Miranda¹, Lidia Salas Cruz¹, Abigail Gamez Rodriguez¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

*Autor para correspondencia: mgonzalezdl@uanl.edu.mx

El proceso de destilación del mezcal es una actividad que contribuye al desarrollo económico del Sur de Nuevo León. *Agave gentryi* es una especie de alto aprovechamiento para la preparación de esta bebida. El trabajo se efectuó en el Ejido la Canoa, municipio de Aramberri, se establecieron 10 cuadrantes de 64 m² en dos sitios de muestreo ubicados en una plantación de *Agave gentryi*, se contabilizaron los individuos, se clasificaron en las etapas fenológicas y se evaluaron morfométricamente. Los datos siguen una distribución normal, por lo que se analizaron con un análisis factorial y una prueba de Tukey, al nivel de 5% de significancia. Los resultados indican una densidad de 3,687 individuos por hectárea para los sitios en aprovechamiento y de 6,156 individuos por hectárea para los sitios sin aprovechamiento, se encontraron diferencia altamente significativa en la cobertura presente en los cuadrantes ($F=4.30$, $p<0.01$). En las áreas sin aprovechamiento la etapa fenológica de estado juvenil 1 registró la mayor abundancia relativa (36%), la etapa adulta una dominancia relativa de 33.42% y la etapa juvenil 2 un valor de importancia de 50.48%, mientras que, en las áreas en aprovechamiento, los valores más altos de estos parámetros, se observaron en la etapa adulta (31.82%, 51.40% y 54.41%). Los valores obtenidos reflejan el estado fenológico y poblacional actual de la especie en área de estudio, y servirán como línea base para futuros estudios en materia de conservación y manejo, que contribuyan a un aprovechamiento regional forestal adecuado.

Palabras clave: *Agave gentryi*, aprovechamiento, mezcal, no maderable, plantación, comercial.

REACTIVACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ÁRBOLES DE NAVIDAD DE *Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO MEDIANTE FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Víctor Manuel Cetina Alcalá^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados

*Autor para correspondencia: vicmac@colpos.mx

La demanda de árboles de navidad se ha incrementado considerablemente en México, donde se comercializan entre 1.6 y 2.0 millones cada año. *Pseudotsuga menziesii* es una especie con alto potencial comercial, debido a la calidad de su madera y su preferencia como árbol de navidad. La investigación se realizó en Huayacocotla, Veracruz, México, para evaluar los efectos de nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes en la reactivación del crecimiento de brinzales de *Pseudotsuga menziesii*, a cuatro años de su establecimiento. Las fuentes y dosis de fertilizantes fueron 0.0 y 16.0; 0.0 y 16.5; y 0.0 y 17.0 gramos árbol⁻¹ de urea, superfosfato triple de calcio y sulfato de potasio, respectivamente. La fuente de micronutrientes fue el producto comercial Sagaquel combi® (0.0 y 3.0 mililitros árbol⁻¹). Se condujo un experimento factorial completamente al azar 24, con 16 tratamientos replicados cinco veces. Se determinó que el nitrógeno y los micronutrientes no tuvieron efectos significativos en la variable respuesta, dado que son poco deficientes. Por otra parte, la nutrición con fósforo incrementó el diámetro basal; sin embargo, este incremento no fue significativo. El potasio incrementó significativamente la biomasa de acículas. Los tratamientos que propiciaron mayor retención de acículas fueron aquellos que recibieron nitrógeno, fósforo y potasio o una combinación de ellos. Los análisis desuelo en laboratorio son probablemente más eficientes que los ensayos de fertilización para detectar deficiencias nutrimentales. Los nutrientes deficientes en la plantación son el potasio, fósforo y nitrógeno, aunque la deficiencia de este último es ligera.

Palabras clave: fertilización química, árboles de navidad, crecimiento.

CONTROL DE *Hypsipyla grandella* ZELLER EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE *Cedrela odorata* L.

Jorge Reyes Reyes^{1*}, Donaldo Aldair Ovalles Nomura¹, Juan Francisco Aguirre Medina¹, Dorian de Jesús Pimienta de la Torre¹, Juan Alberto Rodríguez Morales¹, Pablo Marroquín Morales¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas

*Autor para correspondencia: jorge.reyes@unach.mx

El Cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) está catalogada dentro del grupo de especies de maderas preciosas en la industria forestal. Sin embargo, su crecimiento y desarrollo se ve afectado por la presencia de *Hypsipyla grandella*, un insecto conocido como el barrenador de las Meliáceas. El objetivo de este trabajo fue evaluar cuatro métodos de control de *H. grandella* Zeller en una plantación forestal comercial de 2.1 años de establecida, en el P.P. El Tesoro, municipio de Frontera Hidalgo, Chiapas. Se establecieron cuatro tratamientos: T1 control químico con la aplicación de Cipermetrina[®] con una dosis de 10 ml.L⁻¹ de agua, T2 control orgánico con la aplicación del insecticida orgánico Vegex Kuneka[®] en dosis de 10 ml.L⁻¹ de agua, T3 control silvícola con podas sanitarias y el T4 testigo del productor. El análisis de varianza indicó que no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p=0.05$) entre los tratamientos evaluados, aunque de forma general los cuatro tratamientos presentaron valores altos en la supervivencia (95.13%), vigorosidad (94.44%), estado sanitario (86.80%) y % de daño (13.20%); sin embargo, para las variables de crecimiento se encontraron diferencias altamente significativas ($p<0.01$), en donde el T3 y el T4, presentaron los mejores resultados para las variables de crecimiento en diámetro (8.0 cm) y altura total (5.42 m). Se concluye que los métodos de control químico, orgánico y silvícola, disminuyen el porcentaje de daños causados por el barrenador hasta en un 75%, además la especie presenta buena adaptación y crecimiento.

Palabras clave: barrenador, crecimiento, manejo silvícola, métodos de control, plaga forestal.

VALORACIÓN DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL COMERCIAL MADURA DE TECA (*Tectona grandis*)

Diego Ernesto Lira Goznzález^{1*}, Saúl Benjamín Monreal Rangel¹

¹ Bozkia

*Autor para correspondencia: diegoe.lira@gmail.com

La teca (*Tectona grandis*) es una de las especies forestales más plantadas en México y el mundo. Sin embargo, cuándo llega a la madurez, comienzan las preocupaciones sobre los ingresos reales que puedan generar en su cosecha. El mercado de la madera de teca se rige normalmente por el mercado internacional, desde la trocería hasta la madera aserrada. En la presente investigación se midió el volumen total de árboles, sobrevivientes, densidad y proporción duramen en una plantación forestal comercial de *Tectona grandis* de 21 años de edad en el estado de Veracruz, y para poder estimar el valor de plantación y considerando además los precios de mercado internacional en sus diferentes etapas de transformación, empleando sitios de 500 m², a una intensidad del 2%, para obtener una confiabilidad del 95% con un 5% de error. Los resultados fueron existencias de 210.9 ± 21.25 VRTA/ha, con diámetros normales promedio de 27.9 ± 1.67 cm y a la base de 34.2 ± 1.41 cm con altura total promedio de 19.8 ± 0.69 m y de fuste limpio de 6.1 ± 0.68 m, además de presentar un 20 cm de diámetro de duramen, lo que representa un 71.4%, lo que resultó en un valor promedio de plantación de \$63,270 USD/ha (\$1,074,060/ha a tipo de cambio de \$17.00/USD).

Palabras clave: teca, plantación forestal, mercado de madera, valor del bosque, valuación forestal.

PLANTACIÓN DE SOTOL (*Dasyliirion leiophyllum* ENGELM. EX. TREL.) EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN CHIHUAHUA, MÉXICO

Jesús Miguel Olivas-García^{1*}, José Álvaro Anchondo-Nájera², Jesús José Estrada-Gómez¹, Javier Hernández-Salas¹, Luis Ubaldo Castruita-Esparza¹, Concepción Luján-Álvarez¹, Luisa Patricia Uranga-Valencia¹

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua

² Servicios de Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente, S.C.

*Autor para correspondencia: jolivas@uach.mx

El sotol o sereque nativo del Desierto Chihuahuense, se aprovecha para producir la bebida llamada “sotol”. En Chihuahua pudiera plantarse entre líneas de nogal pecanero (*Carya illinoensis* [Wangenh] K. Koch), en sistema agroforestal. El objetivo es evaluar el crecimiento de plantas de sotol producidas en cuatro condiciones en vivero, plantadas en un sistema agroforestal, con riego rodado. El estudio se estableció en marzo de 2020 en una plantación de nogal de un año de edad, en Rosales, Chihuahua. Se utilizó un DBCA con cinco repeticiones y cuatro tratamientos: T1, planta de dos años en bolsa de 950 cm³; T2, planta de dos años en bolsa de 1,175 cm³; T3, planta de un año en charola de 164 cm³ cada cavidad; y, T4, planta de un año en almácigo. A los tres años de edad, de acuerdo con el ANAVA y Tukey al $p=0.05$, existe diferencia únicamente entre la altura de planta procedente de bolsa de 950 cm³ y las de charola (99.5 vs. 89.0). No hay diferencia en diámetro de corona ($p>0.1043$); y el diámetro de piña es diferente únicamente entre plantas procedentes de bolsa de 950 cm³ y las de charola (15.7 vs. 13.4 cm) ($p=0.0085$). Las plantas de sotol provenientes de almácigo, presentan igual crecimiento al de las producidas en envase forestal y en charola. La producción de materia prima de sotol en sistemas agroforestales nogal – sotol, tiene potencial a partir de planta proveniente de almácigo, plantada a raíz desnuda, disminuyendo así los costos de plantación.

Palabras clave: sistema agroforestal, sereque, industria sotolera, denominación de origen, bebida espirituosa.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE SUELOS CULTIVADOS CON PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* JACQ) EN TENOSIQUE TABASCO

Nicolas Gonzalez-Cortes^{1*}

¹ UJAT

*Autor para correspondencia: ngcbiotec@hotmail.com

En Tabasco, la palma aceitera es un cultivo de reciente introducción; para el año 2000, se tenían establecidas 3000 ha. En Tenosique, se inició el cultivo de la palma a partir de 1998 con el establecimiento de 88.50 ha, y para el año 2008 hay cerca de 2500 ha. El aumento de las plantaciones en este municipio, demuestra que el productor está viendo la palma como un cultivo rentable, aunado a que la industria cañera atraviesa por una crisis económica, por lo que se está sustituyendo el cultivo de caña por palma. El fomento de este cultivo es, en primer término, abastecer al país de aceite comestible, ya que solo se produce el 15% de aceite que se consume a nivel nacional y el 85% se importa, y en segundo, generar empleos en las zonas con mayor potencial. Sin embargo, para obtener buenos rendimientos, la palma requiere de suelos profundos, fértiles, con buena estructura, bien drenados, con pendiente ligera y buen manejo agronómico, lo que permite obtener rendimientos de hasta 24 t ha⁻¹ de fruto en países productores como Malasia y 20 t ha⁻¹ de fruto en Chiapas, México. Dado que las plantaciones se establecieron en suelos de mediana a baja fertilidad, la palma no es capaz de extraer del suelo todos los nutrimentos que demanda el funcionamiento normal de la planta. Para evitar el retraso en el desarrollo del cultivo y obtener los máximos rendimientos, es necesario determinar los factores edáficos que limitan la asimilación adecuada de los minerales y la cantidad que puede aportar el suelo.

Palabras clave: *Elaeis guineensis*, fertilización, NPK.

RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE TRES ESPECIES AROMÁTICAS BAJO SOMBRA

Diana Miriam Mc Caughey Espinoza^{1*}, Karla Guadalupe Rodríguez Briseño², María Cristina Peñalba Garmendia¹, Manuel Higinio Sandoval Ortega¹, Irene Gutiérrez Vázquez¹

¹ Universidad de Sonora

² Universidad Estatal de Sonora

*Autor para correspondencia: diana.mccaughey@unison.mx

México cuenta con una gran gama de productos herbolarios que han sido comercializados desde hace diez años, dando a conocer una importante suma de plantas aromáticas en el mercado nacional e internacional. El objetivo de este trabajo fue establecer bajo sombra tres especies aromáticas y medicinales, determinando sus principales compuestos activos y siendo establecidas en vivero bajo sombra un área de 140 m². Sus compuestos se determinaron por medio de CGM (Cromatógrafo de gases acoplado a masas). En el establecimiento de las plántulas de cada especie se obtuvo del 90 a 100% de sobrevivencia. Con respecto a los rendimientos de materia seca, considerando en citronela (*Pelargonium graveolens*) y lavanda (*Lavandula x intermedia* var. Grosso) un marco de plantación de 16,667 plantas ha⁻¹, obteniendo de 1,075.5 a 1,856.6 kg; en orégano (*Lippia palmeri* W.) con una densidad de 12,500 plantas ha⁻¹ se tendría 1,275.7 kg. En el índice de crecimiento, las especies presentaron arriba del 30% durante el período de evaluación. La época de floración en orégano se presentó todo el año, mientras que lavanda y citronela fue en los meses de abril y mayo. Los rendimientos de los aceites esenciales (AE's) fueron diferentes, mostrándose un mayor rendimiento en orégano con un 5%, lavanda 4.2% y citronela 1.5%. La cuantificación fue diferente en cada aceite esencial con respecto a la especie. Los compuestos activos más predominantes en las especies evaluadas fueron: eucalyptol siguiendo β -pineno para lavanda, citronelol en citronela, mientras que en orégano fue timol y cariofileno.

Palabras clave: plantas medicinales, aromáticas, compuestos activos, establecimiento, sobrevivencia.

DENDROENERGÍA Y DESARROLLO LOCAL: OPORTUNIDADES SOSTENIBLES PARA MICROEMPRESAS EN CHIAPAS

Direyli Nucamendi Avendaño^{1*}, Miguel Prado López¹, Ruben Martínez Camilo¹

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

*Autor para correspondencia: direyli135@gmail.com

La leña es el principal recurso utilizado para cubrir las necesidades domésticas en comunidades rurales. Sin embargo, existen muchas actividades productivas, como la elaboración de tejas y ladrillos, donde el consumo de leña es considerablemente mayor que el consumo doméstico. A pesar de esto, la extracción de leña para actividades económicas no ha sido estudiada como si lo ha sido el consumo doméstico. En este estudio se evaluó el consumo de leña en microempresas en seis localidades rurales de la región Frailesca, Chiapas. Se realizaron entrevistas estructuradas en microempresas que usan leña como la principal fuente de energía. Se encontró que las ladrilleras son las actividades económicas con mayor consumo de leña (274 T/mes) y juntamente con otras microempresas consumen hasta 351 T/ mes o 4,212 T/año. Las especies preferidas para el uso de leña en actividades productivas son *Quercus* spp., *Acacia milleriana*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pinus* spp. En general, Villa Corzo es el centro de población con mayor consumo de leña en actividades económicas (194 T / mes). Coincidentemente, éste mismo municipio perdió 438 ha de bosque primario húmedo en los últimos 20 años, lo que representa el 6.5% de la pérdida total en donde también se integran otros tipos de vegetación. La alta demanda de leña en la región de estudio sugiere la necesidad de promover alternativas sustentables de extracción de leña como el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas como alternativa para mitigar el impacto de esta demanda sobre los bosques de la Sierra Madre de Chiapas.

Palabras clave: bioenergía, bioeconomía, pequeña industria, plantaciones dendroenergéticas, restauración productiva.

CAPÍTULO III

Política y socioeconomía forestal

HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN PARA IDENTIFICAR ELEMENTOS CLAVES EN PROYECTOS DE IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL EN EJIDO FORESTAL

Jorge Antonio Torres Perez¹, Zazil Ha Mucui Kac García-Trujillo^{2*}, Martha Alicia Cazares-Moran², Alicia Avitia Deras², Gustavo Hernández-Rodríguez.²

¹ Universidad Autónoma Chapingo

² Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Maya

*Autor para correspondencia: zazilgarcia@gmail.com

La deficiencia para entender correctamente la problemática de las comunidades forestales e identificar las mejores soluciones está relacionada con la falta de aplicación de herramientas de planificación, confundiendo el problema central y sus causas y no tener claro su objetivo principal, implementado acciones equivocadas que resultan en fracasos de proyectos para atender la problemática del manejo de sus recursos forestales. En el ejido Tres Garantías, Quintan Roo, se realizó un taller participativo con productores de ejidos forestales para capacitarlos en herramientas de planificación como Análisis de Involucrados, Análisis FODA, Árbol de Problemas y Objetivos aplicados en: “problemática en el manejo sostenible de los recursos forestales de sus comunidades” y “problemática para dar mayor valor agregado a los productos maderables”. Mediante el taller se identificaron los involucrados de deben participar en cada problema. Se definieron las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas y su priorización. Con base en este ejercicio elaboraron el Árbol de Problemas y Objetivos, identificando el problema central, los problemas que son las causas y efectos de este. Aprendieron a no confundir el problema central y realizar acciones mal enfocadas para resolverlos. A partir del Árbol de problemas se procedió a construir el Árbol de objetivos, identificando su objetivo principal, los medios necesarios para lograrlo y los fines a los cuales contribuye el proyecto. Se presentan los resultados de la capacitación (Análisis FODA, Árbol de Problemas y Árbol de Objetivos) en la búsqueda de soluciones a los dos problemas analizados por los participantes.

Palabras clave: planificación, ejidos, fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas.

EXPERIENCIAS EN PLANTACIONES CON “RAMÓN” CON MUJERES ORGANIZACIÓN "SELVA VIVA", EJIDO TRES GARANTÍAS, QUINTANA ROO

Zazil Ha Mucui Kac García-Trujillo¹, Jorge Antonio Torres-Pérez^{2*}, Alicia Avitia Deras¹, Martha Alicia Cázares-Morán¹, Ema Ligia Rivero-Ucan³

¹ Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Maya

² Universidad Autónoma Chapingo

³ Promotora Cooperativa Intelicoop SC de RL

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

La organización Selva Viva, integrada por mujeres dedicadas al aprovechamiento de hojas y semillas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) para elaborar diferentes productos como té de hoja y semilla de Ramón, harina y polvo de horchata en el ejido Tres Garantías, Othón P. Blanco, Quintana Roo. La organización inició trabajos desde 2014 recibiendo apoyos de organizaciones como Reforestamos México A. C en 2015, Fundación Walmart, Fomento Social BANAMEX y BIMBO, para la construcción y compra de maquinaria para una fábrica procesadora. Para dar certidumbre al abasto de materia prima se establecieron 11.5 ha entre 2015 y 2016 con el apoyo de Reforestamos México A. C. En 2017, 2019 y 2021 sufrió incendios forestales, perdiendo 80% de lo establecido. El grupo cuentan con un vivero para producir plantas con el fin de restaurar áreas afectadas por incendios. Entre la problemática esta la falta de materia prima (semillas y hojas), la cual solo se recolecta en determinada época del año y no siempre hay cosecha disponible. Como respuesta a esta problemática en 2022 la organización plantó 50 hectáreas participando 27 ejidatarios aportando sus parcelas, el 50 % de ellos son mujeres. En 2023 se propone establecer otras 50 hectáreas para asegurar la materia prima, se tienen definidas las parcelas para plantar otras 50 hectáreas. Se presenta la experiencia del proyecto de plantaciones sociales resaltando sus éxitos y deficiencias por superar.

Palabras clave: brosimum alicastrum, organización mujeres, ejidos, empresa.

INVESTIGACIÓN SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS FORESTALES PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS FRENTE A LOS RETOS SOCIOECONÓMICOS

Carlos Mallén Rivera^{1*}, Bertha Patricia Zamora Morales¹, José Carlos Monarrez Gonzalez¹, Jesús Valentín Gutierrez García¹

¹ INIFAP

*Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

Dado que toda actividad social y económica depende del buen funcionamiento de los ecosistemas y de los flujos de servicios ecosistémicos en creciente degradación, se realizan investigaciones sobre la caracterización y valoración de los servicios ecosistémicos en bosques bajo manejo. En alineación a las políticas públicas y el Programa de Desarrollo del INIFAP 2018-2030; se desarrolla el proyecto “Manejo integrado de recursos forestales para la sustentabilidad de los servicios ecosistémicos ante el cambio climático”, el cual tiene como objetivo generar conocimientos que contribuyan a la productividad de los ecosistemas forestales ante el cambio climático a partir de la caracterización, monitoreo y evaluación de los principales servicios ambientales asociados al manejo forestal, con un enfoque de cuenca. Los resultados permitirán diseñar un sistema de información para la caracterización, monitoreo y evaluación de los servicios ecosistémicos forestales ante la vulnerabilidad climática; con ello, se contribuirá al desarrollo de una silvicultura que incluya a los servicios sistémicos en su conjunto. La zona de estudio se ubica en la Cuenca Río Tecolutla, Subcuenca: Río Laxaxalpan, Región: Chignahuapan - Zacatlán; en particular los sitios de evaluación estarán ubicados en bosques templados de la cuenca de abasto Chignahuapan-Zacatlán. El proyecto se conforma por siete componentes: Manejo de bosque natural, mejoramiento genético tradicional y molecular, biodiversidad, suelo, agua, sanidad y valoración económica de los servicios ecosistémicos. Este último se realizará mediante un sistema de indicadores ecosistémicos en cuya primera etapa se determinarán principios para la evaluación y elementos para la valoración de los servicios ambientales.

Palabras clave: servicios ecosistémicos, valoración económica, manejo forestal, indicadores ambientales.

LA BIOECONOMÍA Y LOS RECURSOS FORESTALES

Carlos Mallén Rivera^{1*}

¹ INIFAP

*Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

La bioeconomía surge de la necesidad de atender las necesidades humanas con el desafío de utilizar materiales y energías renovables para reducir el impacto ambiental. A la economía ambiental y ecológica, esta orientación retoma conocimientos tanto conceptuales como tecnológicos. Además, fomenta el desarrollo de una economía circular, en la que los residuos y subproductos son reutilizados y valorizados. Esto contribuye a la conservación de los recursos forestales y a la reducción del impacto ambiental. Entre sus ventajas se detecta el potencial de crear empleos, aumentar los ingresos y promover el crecimiento en las zonas rurales. Reduce la dependencia de los combustibles fósiles y fortalece la seguridad energética, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y mitiga el cambio climático. Contribuye a la conservación y gestión sostenible de los bosques, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Así mismo, brinda oportunidades de capacitación y emprendimiento; además de mejorar la cohesión social y los valores culturales asociados con los bosques y sus productos. La bioeconomía forestal, teniendo en cuenta la amplia superficie forestal de México es vista como una de las posibles soluciones a algunos problemas sociales como la desintegración del tejido económico en las zonas rurales. Junto al aprovechamiento de los recursos forestales, la bioeconomía también comprende aquellos servicios y actividades que giran en torno a los bosques, desde el asesoramiento en gestión forestal al ecoturismo. Algunos de los beneficios de esta última están relacionados con la salud, el confort, el conocimiento o la cultura.

Palabras clave: bioeconomía, recursos forestales, mitigación ambiental, economía circular, economía ambiental.

LAS EXPECTATIVAS DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE FRENTE A LA SUPERFICIE FORESTAL ARBOLADA

Jerónimo Homero Martínez Baeza^{1*}

¹ Centro Universitario Bompland y Humboldt y Universidad Autónoma de Chihuahua

*Autor para correspondencia: jeromar57@yahoo.com.mx

Con el propósito de enfrentar y revertir la crisis ambiental, la ONU aprobó el concepto de desarrollo sustentable como un modelo de producción basado en tres ejes: economía, medio ambiente y sociedad. Sin embargo, los exiguos resultados mostrados hasta ahora por el modelo en el ámbito forestal obligan a una revisión de sus principios y sus resultados. Por ello, este trabajo se concentra en examinar los siguientes aspectos: 1) la insistencia del modelo de sustentabilidad en impulsar la economía por encima del ambiente y la sociedad; 2) las carencias epistemológicas del mismo como modelo de conservación y regeneración, y; 3) la correlación entre superficie arbolada, rendimientos por hectárea y producto interno bruto forestal como elementos determinantes en la producción y el valor económico de la misma. El análisis, se sustenta en: el texto Nuestro futuro común, progenitor del desarrollo sostenible; en documentos oficiales con cifras y datos de la actividad forestal y; en textos y ensayos elaborados por especialistas en el tema. Una comparación entre las expectativas oficiales de producción maderera y la superficie forestal arbolada muestra que, las reservas forestales no soportan incrementos en su explotación y, por el contrario, requieren de un descanso para su recuperación. El valor económico de la producción maderera actual no es suficiente para satisfacer los requerimientos de la población de los bosques y la regeneración de los ecosistemas forestales.

Palabras clave: deforestación, economía, medio ambiente, producción, sociedad.

COSTOS DE OPORTUNIDAD PARA EVALUAR BOSQUES

Carlos Mallén Rivera^{1*}, José Carlos Monarrez Gonzalez¹, Jesús Valentín Gutierrez García¹, Felix Carvallo Galicia²

¹ INIFAP

² Red Mexicana de Bioeconomía Circular

*Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

Los costos de oportunidad establecen la contribución financiera neta que ofrecen los componentes del ecosistema a la economía global, identificando las áreas donde existe mayor potencial para mejorar su funcionamiento. Cuando se estiman los costos de oportunidad, el análisis se refiere al valor o beneficio al tomar una decisión con relación al uso de recursos limitados para abordar problemas específicos. En el contexto del análisis de los servicios ecosistémicos, el costo de oportunidad se hace evidente cuando se deben tomar decisiones sobre cómo asignar los recursos limitados, como el tiempo, el dinero y los esfuerzos, para abordar los desafíos ambientales de la manera más eficiente y eficaz posible. Se propone estimar los costos de oportunidad como una herramienta analítica para integrar estrategias económicas y sociales dentro del marco general propuesto para el análisis de los servicios ambientales del bosque. El componente socioeconómico del proyecto “Manejo integrado de recursos forestales para la sustentabilidad de los servicios ecosistémicos ante el cambio climático” del INIFAP, planteó analizar los costos de oportunidad relacionados con usos alternativos del suelo a la provisión de servicios ecosistémicos. Lo anterior para desarrollar políticas públicas responsables con el ambiente, además de comprender las implicaciones y beneficios económicos obtenidos gracias a los diferentes usos de los bosques. Para lo cual se analizaron opciones de evaluación económica de los servicios ecosistémicos, identificando y valorizando el método de costos de oportunidad, asociados a la provisión de servicios ecosistémicos como aquel que proporciona un análisis financiero relevante para la economía local.

Palabras clave: costos de oportunidad, servicios ecosistémicos, valor de uso del terreno forestal, economía ambiental.

SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA COMUNIDAD INDÍGENA FORESTAL MAYO-YOREME EN EL NORTE DE SINALOA

Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo^{1*}, Jesús Ramón Rodríguez Apodaca¹, Claudia Selene Castro Estrada¹

¹ Universidad Autónoma Indígena de México

*Autor para correspondencia: elviaro@uaim.edu.mx

La seguridad alimentaria involucra diversos factores, desde enfermedades metabólicas hasta técnicas de agricultura sustentable que aseguran la producción de alimentos inocuos. El objetivo de este trabajo fue conocer cómo se encuentra la seguridad alimentaria en la comunidad mayo-yoreme en el norte de Sinaloa. Se analizaron estudios relacionados con la salud y nutrición de la población en 2022 a comunidades indígenas forestales en el Municipio del Fuerte. Se identificó la participación de 292 hogares, las madres se dedican al hogar y los padres son jornaleros, el ingreso promedio mensual por familia es de \$1522.7 y el gasto en alimentos de \$804.3. Todos los grupos de edad presentan malnutrición, tienen dieta poco diversa alta en carbohidratos. Presentan estrategias para obtener alimentos como regalos de terceros, intercambio o pedir dinero prestado. Los hogares se encuentran en inseguridad alimentaria, sufren de experiencias de hambre y ayunos prolongados. La comunidad indígena es vulnerable a presentar inseguridad alimentaria y nutricional por su bajo ingreso económico. Es importante garantizar la autosuficiencia alimentaria familiar y promover en consumo de dietas variadas basadas en la producción de alimentos locales. Se concluyó de manera general que en la población indígena forestal de Charay se encuentra en inseguridad alimentaria debido a su bajo ingreso económico lo que se refleja en la carencia alimentaria y la pobre diversidad dietética; carecen de agua potable y dependen de apoyos gubernamentales para su subsistencia, afectando principalmente a mujeres en edad reproductiva y ancianos.

Palabras clave: seguridad alimentaria, comunidad forestal, diagnóstico, ingreso económico.

VALOR DE USO Y NO USO TURÍSTICO DEL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL-POPOCATÉPETL

Sheila Zeltzin Trejo Gregor^{1*}, Manuel de Jesús González Guillén², Alin Nadyely Torres Díaz³

¹ Fes Iztacala

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

³ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

*Autor para correspondencia: sheilazeltzin@hotmail.com

La valoración económica (VE) de activos ambientales pretende cuantificar monetariamente los bienes y servicios ambientales. La VE incluye dos rubros principales: valores de uso y valores de no uso. La VE resulta compleja cuando los activos ambientales carecen de un mercado que permita estimar su costo, por lo que se utilizan mercados sustitutos o hipotéticos. El objetivo de este trabajo fue estimar el valor de uso directo y no uso del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl para los turistas que lo visitan durante la temporada primaveral. Lo anterior mediante la estimación del costo de viaje, el método de valoración contingente y un análisis socioeconómico, a través de la aplicación de 80 encuestas a personas que visitaron el parque. Se obtuvo que los turistas del Parque son mayormente hombres (78%) y personas solteras (52%), de entre 26 y 35 años (37%), con licenciatura o más escolaridad (63%) y un ingreso mensual de entre \$22,100 y \$48,100 (52%). En cuanto al valor de uso, los turistas gastan en promedio \$2,139 (mínimo \$141 y máximo \$21,583.25) por día para visitar el parque. Con respecto al valor de no uso, se observó que la mayoría de los turistas tienen un alto interés en conservar el área natural, se estimó que estarían dispuestos a pagar en promedio \$183 (mínimo \$70 y máximo \$500) como un donativo extraordinario a la cuota de entrada, con el propósito de apoyar actividades de conservación del área. Lo anterior es relevante para establecer estrategias de financiamiento para la mejora del parque.

Palabras clave: valoración contingente, costo de viaje, activos ambientales, análisis socioeconómico, ANP.

DIAGNÓSTICO COMUNITARIO DE LA RANCHERÍA VICENTE GUERRERO, SECCIÓN GUANAL, TEAPA TABASCO

Gabriela Domínguez Gómez^{1*}, Karla Cristina Pérez Hernández², Tilo Gustavo Domínguez Gómez³

¹ Universidad Intercultural del Estado de Tabasco/Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Num 23

² Universidad Intercultural del Estado de Tabasco

³ Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: dogogaby82@gmail.com

El objetivo del presente estudio fue realizar un diagnóstico de la Ranchería Vicente Guerrero, sección Guanal, Teapa, Tabasco. Se realizó un levantamiento de información, para ello se efectuó un taller donde participaron 44 personas líderes de la comunidad, la cual se trabajó con el árbol del problema para poder identificar las necesidades de la comunidad, así mismo, se realizaron entrevistas a 80 viviendas para corroborar y fundamentar la problemática (Investigación Acción Participativa (IAP)). La población total de la comunidad es de 705 personas de las cuales 336 son mujeres y 369 hombres, del total de la población el 31 % pertenece a la religión católica, el 50% a la adventista y el 19% pentecostés. Dentro de las actividades económicas, la agricultura representa el 52%, seguido de la ganadería con un 29%, oficios un 13% y un 6% al servicio público. La población identifica la escasez de agua como la principal problemática para la comunidad 36%, seguido de alumbrado público y transporte con un 36% ambas, mientras que el sector salud representa un 18%. Dentro de las soluciones que plantea la población, están organizar un comité de gestión para solicitar tanques de ferrocemento para la captación de lluvia a nivel domiciliario y establecer una cuota comunitaria para generar fondos de ahorro y poder comprar el vital líquido en temporadas de estiajes. Se requiere organización de gestión, para impulsar un plan de acción vinculada a la búsqueda de alternativas de desarrollo.

Palabras clave: Vicente Guerrero, Teapa, investigación y acción participativa, captación de lluvia.

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL EJIDO MIL DIEZ, PUEBLO NUEVO, DURANGO

Daniela Judith Franco Torres^{1*}, Oscar Alberto Aguirre Calderón¹, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Javier Jiménez Pérez¹, Enrique Jurado Ybarra¹, Concepción Luján Álvarez²

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

² Universidad Autónoma de Chihuahua

*Autor para correspondencia: dany_franco0392@hotmail.com

La mayoría de los ejidos y comunidades en México se ubican en regiones que cuentan con valiosos recursos naturales diversos desde el punto de vista ecológico, social y económico, sustentando la promoción del desarrollo local. Esto, implica la participación y organización de ejidos y comunidades con el fin de elevar la calidad de vida de las familias rurales. El objetivo del estudio fue elaborar un diagnóstico del ejido los principios social, económico y ecológico. En el aspecto socioeconómico, se determinaron dos índices por medio de entrevistas semiestructuradas, los cuales fueron: a) organización interna de la comunidad (índice de organización social) y b) institucionalidad comunitaria. Para estimar el índice de marginación se realizó revisión documental del periodo 2000-2020 recabando información conformada por variables referentes a ingreso, empleo y productividad del ejido. En el aspecto ambiental, se consideraron las series cartográficas de Instituto Nacional de Estadística y Geografía para determinar los cambios en la cobertura forestal en el periodo del 2000-2020, y por medio de una entrevista dirigida se determinaron las actividades de compensación ambiental y pago de servicios ambientales realizadas. Los resultados muestran que los índices han incrementado con el tiempo, sugiriendo que el ejido ha mejorado en sus procesos de organización interna. Además, se encontró que existe una relación directa entre el incremento de la superficie forestal y ambos índices. A la vez, se identificaron importantes áreas de mejora en las variables socioeconómicas y ambientales del ejido.

Palabras clave: institucionalidad comunitaria, índices, organización social.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA BOSQUE MODELO DE CALAKMUL. CAMPECHE, MÉXICO.

Genovevo Ramirez Jaramillo^{1*}, Mónica Guadalupe Lozano Contreras¹, Jorge Humberto Ramirez Silva¹

¹ INIFAP

*Autor para correspondencia: gramirez0458@hotmail.com

En agosto de 1993 los gobiernos de Canadá y México suscribieron un convenio de cooperación para el establecimiento del Bosque Modelo de Calakmul (BMC) en el estado de Campeche. A partir de 1994 inicia sus trabajos conjuntamente con el Consejo Regional Agrosilvopecuario y de Servicios de X'pujil (CRASX), en donde llevan a cabo una serie de acciones con el objetivo de influir en el mejoramiento del nivel de vida de la población sin detrimento de dañar los recursos naturales. En el presente estudio se realizó una evaluación de los aspectos prácticos de la participación campesina en la planificación del manejo sustentable de sus recursos naturales dentro del programa CRASX/BMC. El trabajo toca aspectos del marco institucional en el que se lleva a cabo: la organización y participación campesina, la tecnología disponible y necesaria, los recursos disponibles y necesarios, así como la evaluación y monitoreo del mismo. En el proceso de planificación del programa y en su ejecución, se da una gran participación de los beneficiarios de los proyectos planteados, de los 72 ejidos presentes en la región, el programa inicio con la participación del 22% y en un periodo de 6 años pasó al 71%.

Palabras clave: programa, manejo, bosque, sustentable.

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA MADERERA PARA LA OBTENCIÓN DEL CERTIFICADO DE INDUSTRIA LIMPIA

Karla Torres Fraga^{1*}, Monica Yazmín Flores Villegas¹, Luis Alberto Ordaz Díaz¹, Felipa de Jesús Rodríguez Flores¹

¹ Universidad Politécnica de Durango

*Autor para correspondencia: karlatf12@hotmail.com

El manejo de los residuos en la industria maderera es de gran relevancia desde el punto de vista ambiental, por lo que se realizó un análisis en la empresa Productora de triplay, S. A. de C.V. del estado de Durango, para llevar a cabo el programa de “Industria Limpia”, el cual consiste en la entrega de un reconocimiento por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), lo que permite mejorar los procesos productivos de las industrias y su competitividad a nivel nacional e internacional; además, de facilitar la mejora del ambiente, el ahorro en el consumo de energía y evitar sanciones por incumplimiento a la normatividad ambiental, ya que prioriza la prevención por encima de la sanción. Por lo que, se encontró que la gestión de residuos peligrosos presentaba diversas problemáticas, debido a esto, se consideraba necesario implementar una metodología eficaz que contribuyera a cumplir con los requisitos exigidos en una auditoría ambiental con respecto al manejo de sus residuos peligrosos, ya esto es el punto de partida para el inicio del proceso de certificación como Industria Limpia. Una vez establecido y diseñado el plan de acción resultante de la Auditoría, es necesario garantizar la completa aplicación de éste en relación con lo señalado en la normativa vigente aplicable, con la finalidad de que la empresa obtenga la certificación de Industria Limpia, de manera que se mejore el aprovechamiento de la materia prima, los recursos así como también, se favorezca la exportación al comprobar el cumplimiento de la Legislación Ambiental de la empresa e incrementa su competitividad al reconvertir sus procesos, para ser más eficientes.

Palabras clave: madera, legislación-ambiental, residuos, certificación.

PROPUESTA DE POLÍTICA PÚBLICA EN MATERIA FORESTAL PARA MÉXICO. EL CASO CONAFOR

Saul Benjamín Monreal Rangel^{1*}

¹ Consultor Forestal Independiente

*Autor para correspondencia: monreal.saul15@gmail.com

El Sector Forestal en México ha sido objeto de una reducción de recursos, lo cual se refleja sensiblemente en los programas de la CONAFOR. En este documento se revisa la evolución histórica del presupuesto designado a la CONAFOR, se revisan los montos y la magnitud de la reducción: Finalmente se presenta una propuesta alterna que favorezca el Desarrollo Forestal y fomente el uso de la silvicultura en zonas boscosas naturales y el establecimiento de plantaciones forestales. El presupuesto destinado a CONAFOR se fue incrementando de 256 MDP en el año 2001 a 4 mil 66 MDP en 2007, alcanzando su máximo histórico en 2015 cuando ejerció 8 mil 59 MDP. A partir de allí el monto anual asignado fue disminuyendo siendo en 2018 de únicamente 3,991 MDP. En 2019 el presupuesto destinado a la CONAFOR fue nuevamente disminuido ahora a 2,765 MDP habiéndose mantenido a ese nivel a lo largo de este sexenio. Para 2023 es de 2,533. Sin duda alguna, los recursos humanos, económicos y materiales con los que cuenta actualmente esta institución son claramente insuficientes para atender las funciones que tiene bajo su responsabilidad. Esto es un reflejo de la mínima importancia que el estado mexicano asigna al sector forestal, a los recursos forestales y a quienes viven en ellos y de ellos, así como de una errática política forestal que urge sea corregida.

Palabras clave: presupuesto de egresos de la federación destinado al sector forestal.

COMPARATIVA DEL PROGRAMA DE MANEJO DE LOS PRIMEROS PARQUES NACIONALES DE MÉXICO Y DE BRASIL

Yaiza Sabrina Suarez Hernández^{1*}

¹Universidad Autónoma de Chapingo

*Autor para correspondencia: al18125187@chapingo.mx

Los Parques Nacionales son una categoría dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y dentro de las Unidades de Conservación (Unidades de Conservação) en el Sistema Nacional de Unidades de Conservação, en México y Brasil respectivamente; los mismos, abogan conforme a su legislación por la preservación y recuperación de la diversidad biológica, la investigación científica y la educación ambiental. El primer Parque Nacional de México fue el Parque Nacional Desierto de los Leones (PNDL) en la Ciudad de México en 1917, en Brasil fue el Parque Nacional do Itatiaia (PNI) en Río de Janeiro, veinte años después, en 1937. En México el Programa de Manejo es el documento técnico que organiza las acciones y reglamenta las actividades dentro de las ANP's, en Brasil, es el Plano de manejo. El trabajo tiene como objetivo analizar y comparar los documentos técnicos de manejo del primer parque nacional de México y de Brasil mediante la lectura de los programas de manejo publicados para cada Parque Nacional, así como la revisión bibliográfica de artículos de investigación realizados dentro de estas áreas. Se obtuvieron conclusiones y cuestionamientos primarios donde se plantea la divergencia de organización en cuanto a la amplitud de la zonificación (zona núcleo, de amortiguamiento, de investigación y/o de educación y turismo), los lineamientos de registro en los Estados y las homologaciones respecto a los subprogramas de manejo o programas de manejo planteados en los documentos técnicos.

Palabras clave: Parque Nacional Desierto de los Leones, Parque Nacional do Itatiaia, subprograma, Área Natural Protegida.

HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS INTERDISCIPLINARIAS PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS FORESTALES: ESTUDIO DE CASO DEL CONSEJO ESTATAL FORESTAL DE VERACRUZ.

Elsa A. Pérez-Paredes^{1*}, Abraham Vega Alarcón², Antonio Pelaéz Bañuelos³, Mariel Rodríguez Ortiz⁴

¹ Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Veracruzana

² Docente de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico Superiores de Zongolica, Veracruz

³ Conafor

⁴ Delegación de los Programas para el Desarrollo. Gobierno del Estado de Veracruz

*Autor para correspondencia: elsaperez@uv.mx

La investigación interdisciplinaria permite fomentar la investigación forestal y garantizar su vinculación con los procesos de diseño de políticas públicas. En Veracruz, de los cuatro mecanismos de contraloría social sólo el Consejo Estatal Forestal considera la participación ciudadana para la toma de decisiones en los territorios forestales como lo establece el Art. 31 de la LGDFS. El presente trabajo expondrá mediante un estudio de caso, el proceso y los resultados de las propuestas metodológicas diseñadas por el COEFVER ante la necesidad de contar con mejores instrumentos para la toma de decisiones sobre los programas de manejo forestal y promover y fortalecer el diálogo y la innovación en temas asociados al abastecimiento forestal mediante la participación activa e informada de diversos sectores integrando: a) los saberes (sector técnico-profesional, comunitario, de las y los productores y funcionarios/a forestales), b) el conocimiento científico interdisciplinario y basado en evidencia (instituciones educativas y de investigación); c) los marcos normativos actuales en la gestión forestal y, d) algunos de los problemas forestales más emergentes en diversas regiones del estado. La exposición de los resultados de dicho estudio de caso permitirá reconocer desde una perspectiva multiactor y metodologías mixtas, la pertinencia del diseño de los instrumentos interdisciplinarios que promuevan una mejor toma de decisiones en las políticas públicas forestales. De esta manera, con esta experiencia se visibilizará la manera en como podemos cerrar la brecha (interfaz ciencia-política) entre el quehacer científico con el quehacer de la implementación y elaboración de políticas públicas forestales.

Palabras clave: interfaz ciencia-política, política forestal, interdisciplina, abastecimiento forestal.

ACREDITACIÓN DE LA LEGAL PROCEDENCIA DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS FORESTALES

Adriana Gómez Lozano^{1*}, Juan Ignacio Bojorges Romero¹

¹ Comisión Nacional Forestal

*Autor para correspondencia: gola_5847@hotmail.com

En México el instrumento jurídico que regula y fomenta el manejo y aprovechamiento integral de los territorios forestales es la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento vigente. El objetivo del presente trabajo es describir el proceso de trazabilidad en la cadena productiva forestal maderable y no maderable, identificando el tipo de documento que ampara la legal procedencia en cada etapa del aprovechamiento, transporte, almacenamiento, transformación y comercialización hasta el consumidor final. Con datos de los reembarques forestales autorizados por CONAFOR durante el periodo de 2018 a 2022, se clasificaron 17 tipos de productos y materias primas y se registraron 42 géneros botánicos. El principal producto transportado con reembarques forestales fue la madera aserrada con un volumen aproximado de 600 mil metros cúbicos, seguido de la madera en rollo con 132 mil metros cúbicos y el carbón vegetal con un volumen equivalente a 37 mil metros cúbicos. Se identificó un mercado con exigencias sustentables no claras ni adaptadas a la legislación forestal nacional, datos de aprovechamiento forestal desactualizados y una administración pública federal rebasada para resolver los trámites de acuerdo a los tiempos legales afectando a la industria forestal. El desconocimiento de la legislación provoca irregularidades en la acreditación de la legal procedencia de las materias primas y productos forestales e impactos sobre la economía formal, que en un escenario conservador estima una pérdida de 41 mil millones de pesos anuales y 313 mil millones de pesos para el periodo de 2010 a 2018.

Palabras clave: cadena productiva, trazabilidad, legal procedencia, legislación forestal, trámites.

TRÁMITES DE LEY ATENDIDOS POR CONAFOR DURANTE EL PERIODO 2018-2022

Adriana Gómez Lozano^{1*}, Juan Ignacio Bojorges Romero¹

¹ Comisión Nacional Forestal

*Autor para correspondencia: gola_5847@hotmail.com

La reforma a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en 2018 otorgó a la CONAFOR competencia para resolver trámites en materia forestal. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar ocho trámites relacionados con el transporte, almacenamiento y transformación de materias primas y productos forestales atendidos por CONAFOR. Con datos del Sistema Nacional de Gestión Forestal administrado por la SEMARNAT y los registros de las 32 Promotorías de Desarrollo Forestal de la CONAFOR, se recopiló información relativa a la capacidad instalada, volumen transportado, ubicación geográfica y giro comercial de la industria. Durante el periodo de 2018 a 2022 los datos indican que el 60% de la atención a trámites se concentró en Chihuahua, Michoacán, México, Jalisco, Durango y Oaxaca. Se reporta que el 55% de las solicitudes para centros de almacenamiento y transformación primaria se ubicaron en Michoacán, Chihuahua, Oaxaca, Durango y Jalisco y el 46% de las autorizaciones para centros no integrados a un centro de transformación primaria se concentraron en México, Jalisco, Puebla, Michoacán y Nuevo León. El principal producto transportado y comercializado fue la madera aserrada con un volumen estimado, de acuerdo a los reembarques forestales, de 600 mil metros cúbicos. CONAFOR atendió 4,390 solicitudes correspondientes a ocho trámites, de las cuales 2112 fueron para reembarques forestales, con los que se acredita la legal procedencia de los productos forestales. Se estima que entre el 30 al 70% de los productos forestales transportados son ilegales, ascendiendo a 97 mil millones de pesos de pérdidas económicas anuales.

Palabras clave: CONAFOR, ley, trámites, productos forestales, legal procedencia.

USO DEL MÉTODO DE SEGMENTACIÓN POR UMBRAL COMO ALTERNATIVA PARA LA ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA FORESTAL

Carlos Borrego¹, Pablito Marcelo López¹, Pedro Antonio Domínguez Calleros¹, Jorge Luis Compeán Aguirre¹, Artemio Carrillo Parra^{1*}

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: acarrilloparra@ujed.mx

En las últimas décadas el interés por buscar procedimientos y estrategias de aprovechar energética y económicamente los residuos provenientes de diferentes industrias ha sido parte importante de la agenda política. Existen diversos métodos para determinar el volumen de residuos provenientes de la industria forestal, sin embargo, al momento de aplicarlos consumen demasiado tiempo. El objetivo del presente estudio fue el establecimiento de un método más sencillo y eficiente, para cuantificar el volumen de los residuos provenientes de la industria forestal. Se realizaron 10 pilas controladas con residuos provenientes de un aserradero privado en la ciudad de Durango, México. Para calcular el volumen se emplearon dos métodos manuales y uno automático para calcular el coeficiente de apilamiento de las pilas, a la vez que se utilizó método de inmersión en agua para calcular el volumen real. Para el análisis se utilizó un diseño experimental, donde se realizó un análisis de varianza y comparaciones de medias a un nivel de significancia de $p < 0.05$. Los resultados del estudio muestran que el método de segmentación por umbral es más rápido, práctico y eficiente que los demás métodos utilizados. Tener la estimación del volumen de estos residuos contribuirá a generar alternativas sustentables para el desarrollo y aprovechamiento de los recursos de la industria forestal.

Palabras clave: industria forestal, coeficiente de apilamiento, residuos forestales, volumen, medición de residuos.

TALLER MÉTODOS AVANZADOS DEL MANEJO FORESTAL 18 AÑOS DE EDUCACIÓN DASONÓMICA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

Carlos Mallén Rivera^{1*}, Verónica del Pilar Reyero Hernández², José Antonio Benjamín Ordoñez Díaz²

¹ INIFAP

² Facultad de Ciencias, UNAM

*Autor para correspondencia: mallen.carlos@inifap.gob.mx

La carrera de ingeniero forestal en México inició en la década de 1930 en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México. Posteriormente con el título de Ingeniero Agrónomo con Especialidad en Bosques se cursaría en la Escuela Nacional de Agricultura hoy Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente se imparte esta profesión en 39 instituciones. Sin embargo, el estudio de la dasonomía permaneció en el interés académico de la Facultad de Ciencias, distinguiéndose las cátedras de legendarios profesionales como Enrique Beltrán Castillo, José Verduzco Gutiérrez, Alfonso Gutiérrez Palacios y Jesús Veruete Fuentes. Investigadores del INIFAP continuaron esta tradición de ofrecer cursos optativos con el tema actual del desarrollo forestal sustentable. El Taller Métodos Avanzados del Manejo Forestal tiene como objetivos formar profesionales con un alto nivel técnico y científico en la gestión ambiental, el aprovechamiento de los recursos naturales desde un punto de vista sustentable; introducir al estudiante en la ciencia forestal básica y aplicada que contribuya al avance y el manejo sustentable de los bosques mexicanos. La filosofía del Taller Enseñar métodos y herramientas que se puedan aplicar en una amplia gama de actividades del manejo de los recursos naturales, con miras a integrar al alumnado a un mercado laboral, cada vez más competido y especializado. El programa en sus cuatro niveles se centra en el aprovechamiento y conservación comunitaria; evaluación y monitoreo de recursos ecosistémicos; efecto del cambio climático y captura de carbono; silvicultura y manejo de ecosistemas; criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad en los bosques.

Palabras clave: facultad de ciencia UNAM, educación dasonomía, métodos avanzados manejo forestal, profesión forestal.

DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO DEL PARQUE ESTATAL SIERRA DE GUADALUPE PARA EL MANEJO DE ÁREAS FORESTALES DEGRADADAS

Guadalupe Montserrat Valencia Trejo¹, Alejandro Lara Bueno², Víctor Manuel Cetina Alcalá^{1*}, Carlos Ramírez Herrera¹, Miguel ángel López López¹

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad Autónoma Chapingo

*Autor para correspondencia: vicmac@colpos.mx

Diagnóstico, proceso y metodología mediante participación de la comunidad para emprender y alcanzar el desarrollo sustentable con el aporte de la ciencia y el saber popular. El objetivo de esta investigación es analizar la situación actual del Parque Estatal Sierra de Guadalupe a partir de los componentes: ecológico, económico y social; a través, de la investigación participativa, para incidir en la selección de árboles y arbustos de usos múltiples para la reforestación y con potencial para el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles. Se utilizaron las herramientas participativas: análisis FODA, línea del tiempo, identificación y clasificación de recursos naturales. La problemática se determinó usando el método “árbol de problemas” construido con la participación de los usuarios quienes identificaron causas y efectos. Para identificar posibles soluciones a la problemática se transformaron las condiciones negativas en estatus positivos, mediante el desarrollo de un taller participativo comunitario. Además, se realizaron 141 entrevistas semiestructuradas a actores sociales usando la metodología “bola de nieve”. La información se complementó con recorridos de campo, transectos y observación participante. Se enlistaron 72 y 44 especies de fauna silvestre y flora, respectivamente. Las especies forestales prioritarias para iniciar las acciones de restauración fueron: *Prosopis laevigata*, *Vachellia schaffneri* y *Quercus rugosa*. Entre las arbustivas mencionadas destacan: *Opuntia tomentosa*, *Opuntia hyptiacatha* y *Agave salmiana*. En conclusión, se generó conocimiento técnico confiable y socialmente aceptable, el cual servirá para realizar acciones de protección, restauración, conservación y reconversión productiva en el PESG.

Palabras clave: actores-sociales, arbóreas-nativas, *Prosopis laevigata*, conservación.

LOS NUEVOS PROGRAMAS DE ESTUDIO DE LA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS FORESTALES EN LA DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Alejandro Ismael Monterroso Rivas^{1*}

¹ Universidad Autónoma Chapingo

*Autor para correspondencia: aimrivas@correo.chapingo.mx

Se presentan los nuevos programas de estudio del Posgrado en Ciencias Forestales y del Ambiente de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. El posgrado se organiza en tres Líneas de Investigación e Incidencia: 1) Silvicultura y manejo forestal y ambiental, 2) Socioeconomía forestal y del ambiente, así como 3) Estadística, matemática e informática. Durante los últimos años se trabajó en la actualización del programa de maestría, así como la creación del programa de doctorado. Este último fue aprobado por el H. Consejo Universitario en abril del presente año y actualmente se encuentra en registro ante la Secretaría de Educación Pública. Se espera arrancar en primavera del año 2024. El programa de maestría está estructurado para completarse en 24 meses y el de doctorado en 48. Cada uno inicia con un tronco obligatorio que deben aprobar los estudiantes, el cual es un grupo de cursos en las disciplinas duras de la ciencia que determinan el carácter de investigación de los programas. El Programa cuenta con profesorado especialista de tiempo completo en todas las áreas del conocimiento de las ciencias forestales y ambientales.

Palabras clave: mapa curricular, plan de estudios, reestructuración curricular.

CAPÍTULO IV

Industria forestal

DURABILIDAD Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE AILE, ENCINO, PINO Y PAPALOTE

Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna^{1*}, Esmeralda Pichón Rodríguez¹, José ángel Alcántara Jiménez²

¹ BUAP

² CSAEGRO

*Autor para correspondencia: kuulche@hotmail.com

Se evaluó la durabilidad de la madera preservada con base en sus propiedades mecánicas, pérdida de biomasa y área dañada por hongos, en cuatro especies de la Sierra Norte de Puebla, México. Se usó madera basal de aile, encino, pino y papalote. Para los ensayos mecánicos por especie, con humedad en verde (30%) y en seco (12%), se ocuparon 10 muestras (de 2 x 2 x 30 cm), 10 (de 2 x 2 x 3 cm), 10 (de 5 x 5 x 6.4 cm) y 10 (de 6 x 6 x 15 cm); para las pruebas de flexión, compresión, cizallamiento y dureza Janka, respectivamente. Los tratamientos fueron: lasur y barniz; la durabilidad se verificó a nivel de microcosmos edáfico durante 36 meses. Los resultados indican diferencia estadística ($P < 0.05$); a peso seco constante (12% de humedad), aile tuvo el porcentaje más alto (165a), pino (119b), papalote (105bc) y encino (89c). En densidad (g.cm^3): encino (750a), papalote (640b), pino (530c), aile (412d). Encino, pino y papalote pierden menos del 5 % de su biomasa cuando llevan tratamiento preservativo con lasur. La madera de encino tiene los valores más altos en flexión estática ($122,580 \text{ kg.cm}^{-2}$), compresión paralela a las fibras ($180,400 \text{ kg.cm}^{-2}$), cizallamiento ($319.45 \text{ kg.cm}^{-2}$) y dureza Janka (956 kg.cm^{-2}). Se concluye que las maderas secas y preservadas con lasur, se deterioran poco, independientemente si es muy blanda (aile), blanda (pino), semidura (papalote) o dura (encino).

Palabras clave: *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Platanus pexicana*, *Quercus rugosa*.

PRESERVACIÓN DE LA INTEGRIDAD TISULAR EN LA OBTENCIÓN DE LAMINILLAS DE LA FAMILIA *Arecaceae*

Belem Alejandro Jardon^{1*}, Ma. Amparo Borja-de la Rosa¹, Roberto Machuca Velasco¹, Alejandro Corona Ambriz¹, Liliana Cuapio Hernández¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales

*Autor para correspondencia: belem.alejandrojard@gmail.com

La familia *Arecaceae* es una de las más fascinantes en términos de estructura y también de gran importancia económica dentro del grupo de las monocotiledóneas. Los tejidos presentes en el estípite (tallo) de las palmeras son fibrosos, lignificados y contienen células de sílice, lo que presenta un desafío en estudios anatómicos. Estos estudios son fundamentales para evaluar la utilidad y calidad de las especies. En este contexto, se presenta una técnica que busca obtener laminillas de 20 a 35 μm de grosor utilizando el Polietilenglicol (PEG) con el objetivo desarrollar una técnica eficaz preservando la integridad tisular de las muestras. Se recolectaron estípites de 6 individuos y se realizaron secciones a tres alturas diferentes (1.30 m, 2.60 m y 3.90 m). Para la obtención de cortes anatómicos, se empleó un microtomo de deslizamiento, obteniendo laminillas en planos transversales y longitudinales. Para la observación, se utilizó microscopía de campo claro y de fluorescencia. La técnica empleada demostró su eficacia en la obtención de laminillas, permitiendo preservar la estructura original de los tejidos en diferentes alturas, con excepción en la estructura más próxima al ápice. El análisis microscópico de las muestras reveló que la utilización de PEG no genera alteraciones en los compuestos naturales presentes en el estípite, tales como taninos, lignina o celulosa. Estos resultados proporcionan información acerca de la anatomía de las palmeras, contribuyendo a una mejor comprensión de su utilidad y calidad.

Palabras clave: anatomía de palmeras, *Arecaceae*, fluorescencia, peg.

ANÁLISIS DEL COSTO DE MADERA EN PIE DE LA REGIÓN NORTE DE MÉXICO MEDIANTE SERIES DE TIEMPO

Roxana Meza Aragon¹, Diana Paloma Gandara Amezcua^{2*}, Jesús Carreón Rodríguez², José Javier Corral-Rivas²

1 Ejido El Brillante

2 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: paloma_8888@hotmail.com

Los estados de Durango y Chihuahua poseen bosques altamente productivos, que permiten aprovechar los recursos forestales maderables de manera sostenible, legal y ordenada, fortaleciendo la economía regional e incluso la del país. Por este motivo contar con modelos que sean capaces de generar estimaciones e indicadores de la producción, ayuda a tener mayor claridad y proyectar de mejor manera los costos de productos maderables, dichos modelos de gestión forestal suelen utilizar distintas técnicas, entre ellas simulación, basadas en investigación operativa, y econométrica. Generalmente, las técnicas econométricas suelen ser utilizadas para proyecciones de precios y retornos. Una clase importante de modelos con datos longitudinales es la familia de los modelos autorregresivos de media móvil, conocidos como ARIMA, por sus siglas en inglés, habitualmente aplicados para describir tendencias y generar predicciones a partir de valores pasados de las series. En este estudio se realizó un análisis mediante una serie de tiempo del periodo de 2012 al 2023 del precio de la madera en pie de la región norte de México, observando que un modelo de regresión lineal presenta una autocorrelación de 0.80 y una RCME de 72.31, mientras que el modelo multiplicativo muestra una RMCE de 42.43, pero con una autocorrelación de 0.12, por lo que es recomendable el modelo multiplicativo, sin embargo aunque estos modelos presentan buen desempeño predictivo en el corto plazo, pierden capacidad de pronóstico en horizontes alejados y presentan algunos otros inconvenientes, ya que la importación de madera es un factor que influye en la oferta y demanda de los productos forestales de México.

Palabras clave: ARIMA, producción maderable, economía.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE BIOMATERIALES LIGNOCELULÓSICOS SUSTENTABLES

Francisco Javier Fuentes Talavera^{1*}

¹ Dpto. de Madera, Celulosa y Papel. CUCEI-UDG.

*Autor para correspondencia: francisco.fuentes@academicos.udg.mx

El área de biomateriales Lignocelulósicos es un amplio campo de oportunidades para diversas disciplinas científicas. Nuestro país México cuenta con una importante gama de biomateriales maderables y de fibras naturales, lo que hace necesario también en formar recursos humanos especializados que incidan en la generación de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos con una visión de aprovechamiento integral. En ese sentido, el Departamento de Madera, Celulosa y Papel, "Ing. Karl Augustin Grellmann" del CUCEI, Universidad de Guadalajara, desde hace 50 años, cuenta con programas de formación de recursos humanos con bases científicas y tecnológicas para el estudio y aprovechamiento sustentable de biomateriales lignocelulósicos, impulsando la creatividad y las capacidades metodológicas de sus estudiantes para la investigación, innovación y divulgación del conocimiento, y sobre todo también con un enfoque de responsabilidad social y respeto al medio ambiente. En esta contribución se exponen los programas de Maestría en Ciencia de Productos Forestales y el Doctorado en Ciencia de Biomateriales Sustentables, con la finalidad de mostrar objetivos, líneas de investigación y oportunidades de especializarse para todos aquellos que se encuentren relacionados o quieran relacionarse con biorecursos forestales maderables y de fibras naturales lignocelulósicas.

Palabras clave: biomateriales lignocelulósicos, ciencia y tecnología, recursos humanos, posgrados.

IMPACTO FINANCIERO DEL COEFICIENTE DE ASERRÍO

Diego Ernesto Lira González^{1*}

¹ Bozkia

*Autor para correspondencia: diegoe.lira@gmail.com

El coeficiente de aserrío es el indicador clave de desempeño operativo y financiero más importante en los aserraderos, por lo que su estimación y monitoreo permanente y periódica es vital. El efecto dentro de las finanzas de la empresa forestal es directo sobre los costos variables, ya que determina la cantidad de madera transformada y el costo variable directo que representa, sin embargo, su efecto secundario se encuentra la capacidad de producción, dónde termina relacionándose con los costos fijos directos y el punto de equilibrio, volviéndose de esta forma el indicador financiero más importante del aserrío. En el presente trabajo se ha desarrollado una ecuación que mide el margen de utilidad y su impacto en los costos respecto al coeficiente de aserrío, permitiendo así la construcción escenarios para identificar el nivel de tolerancia a las variaciones del indicador sobre la rentabilidad general de la industria mediante análisis de sensibilidad múltiple de forma ágil, que al aplicarla en los aserraderos se ha identificado que algunos tienen poca tolerancia, poniéndolos en situación de riesgo de rentabilidad o quiebra, cuándo se presentan variaciones negativas con más de 5% en la reducción del coeficiente de aserrío.

Palabras clave: aserradero, finanzas, rentabilidad, margen de utilidad, costos de producción, costo de la madera.

MODULO DE ELASTICIDAD (MOE) DE TABLEROS CONTRACHAPADOS OBTENIDO MEDIANTE MÉTODO DESTRUCTIVO Y NO DESTRUCTIVO

José Rodolfo Goche Télles^{1*}, Ricardo de la Cruz-Carrera², Artemio Carrillo-Parra¹, José Ángel Prieto-Ruíz¹, Faustino Ruiz Aquino³

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Instituto Tecnológico del Salto

³ Universidad de la Sierra Juárez

*Autor para correspondencia: jgoche@ujed.mx

El método no destructivo es aquel que no altera las propiedades físicas, mecánicas, químicas o dimensiones de una pieza o producto derivado de madera, entre sus ventajas es el tiempo de realización de ensayos, se pueden realizar durante el momento de la producción. El objetivo es comparar los resultados del módulo de elasticidad obtenidos por métodos destructivos contra un método no destructivo. El material utilizado fue un tablero contrachapado de pino de 24 mm de grosor. Se obtuvieron 48 probetas en ambas direcciones paralela y perpendicular. Los ensayos no destructivos se realizaron mediante pruebas de ultrasonido con el equipo IML Micro Hammer® y los ensayos destructivos en una maquina universal marca Instron®. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y una prueba de medias de Tukey, aplicando el procedimiento PROC GLM de SAS. Los valores de MOE para flexión estática no muestran diferencias significativas ($p = 0.280$) entre dirección (paralela y perpendicular), atribuido a que el tablero presenta chapas encontradas por lo tanto se anula el esfuerzo entre direcciones. El método si fue significativo ($p < 0.0001$), el método no destructivo mostró valores superiores (7510.0 MPa) clasificándose como bajo; comparados con (6707.5 MPa) del método destructivo que se clasificó como muy bajo. Se puede concluir que el método no destructivo sobre estima el valor del MOE comparado con el método destructivo, sin embargo, se sugiere realizar pruebas con más tableros y más grosores para corroborar estos resultados.

Palabras clave: módulo de elasticidad, flexión estática, propiedades mecánicas, Durango.

CERTIFICACIÓN DE CADENA DE CUSTODIA COMO MECANISMO DE GESTIÓN SUSTENTABLE EN LA INDUSTRIA FORESTAL

Juan Ignacio Bojorges-Romero^{1*} Adriana Gómez-Lozano¹

¹Comisión Nacional Forestal

*Autor para correspondencia: jibr65@hotmail.com

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable artículos 3, fracción XV, 31 y 136 fracción X, fomenta la adopción de esquemas de Certificación en la industria forestal, ejecutados a través de subsidios que otorga el Programa de Desarrollo Forestal Sustentable para la obtención del Certificado de Cadena de Custodia. El objetivo del presente trabajo es describir el proceso de certificación, los beneficios económicos, sociales y ambientales que han permitido a ejidos, comunidades, Empresas Sociales Forestales y privados, transparentar la trazabilidad de sus productos forestales desde el bosque o selva hasta el consumidor final. Así mismo se exponen 7 casos exitosos de Empresas Sociales Forestales ubicadas en los estados de Durango, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Quintana Roo, las cuales han gestionado el Certificado de Cadena de Custodia por más de un periodo de 5 años, garantizando el cumplimiento de la normatividad desde el aprovechamiento forestal, transporte, transformación y comercialización de productos forestales. Durante el periodo de 2013 a 2023, la CONAFOR ha otorgado 112 apoyos por un monto de 8.8 millones de pesos, para la obtención de los siguientes procesos: 1) Sistema documentado de control, 2) Obtención del certificado y 3) Auditoria anual y refrendo del certificado. Finalmente se explican los requisitos del mecanismo que ofrece la CONAFOR para financiar la certificación de Cadena de Custodia con un monto máximo de \$140 mil pesos por núcleo agrario, Empresas Social Forestal o persona física beneficiaria.

Palabras clave: CONAFOR, certificación, productos forestales, subsidios, trazabilidad.

EFFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA EN LA EXPANSIÓN VOLUMÉTRICA DE BRIQUETAS ELABORADAS A PARTIR DE ASERRÍN DE CUATRO TIPOS DE LEÑA

Emmanuel Blancarte Contreras¹, Artemio Carrillo Parra^{2*}, Cynthia Adriana Nava Berúmen³, José Rodolfo Goche Télles⁴, Pedro Antonio Dominguez Calleros⁴

¹ Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango

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

³ Consejo Nacional de Ciencias Humanidades y Tecnología

⁴ Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: acarrilloparra@ujed.mx

Los desechos de madera tienen gran potencial para la producción de energía; sin embargo, pueden presentar algunos inconvenientes que elevan los costos de transporte y dificultan su combustión. Una alternativa para reducir estos problemas y aprovecharlos más eficientemente es transformarlos en productos densificados, como las briquetas. El tamaño de partícula es uno de los factores más importantes que determinan las propiedades físicas y mecánicas; este influye en su calidad, rendimiento y en la expansión volumétrica. Se evaluó el efecto del tamaño de partícula en la expansión volumétrica de briquetas elaboradas con aserrín de *Pinus*, *Quercus*, *Acacia* y *Prosopis*. La biomasa se acondicionó a C.H = 12% y se determinó la distribución granulométrica según la norma UNE-EN-ISO 17827-2. Las briquetas se elaboraron en una briqueteadora LIPPEL a 90°C y 200 bares de presión durante 5 minutos. Se midió el volumen a los días 1 y 7 de su elaboración y con ello se calculó la expansión volumétrica. El volumen promedio varió entre 35.20 y 39.58 cm³, y la expansión volumétrica entre 2.73 y 5.77%, siendo las briquetas de aserrín de *Pinus* y *Prosopis* las que mayor y menor expansión presentaron, respectivamente. Se obtuvo un coeficiente de correlación de R=0.79 para el tamiz #20, así como de R=-0.63 para la partícula menor al #100, lo cual indica que el tamaño de partícula grande incide mayormente en la expansión volumétrica, mientras que, la partícula fina tiene menor efecto, es decir que, a mayor porcentaje de partículas finas, menor expansión en volumen.

Palabras clave: biocombustible, granulometría, tamiz, biomasa, acondicionamiento.

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y ENSAYOS DE COMPRESIÓN PARA TACONES PARA TARIMAS ELABORADOS EN UNA INDUSTRIA FORESTAL EN DURANGO, MÉXICO

Cristina Lizeth Sigala Cerros^{1*}, José Rodolfo Goche Télles², Artemio Carrillo Parra², José ángel Prieto Ruíz², Ricardo de la Cruz Carrera²

¹ Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: lizeth.sigala@hotmail.com

Los residuos producidos en las industrias forestales se han utilizado en diversos usos, sin embargo, aún se siguen buscando alternativas que lleguen a satisfacer las necesidades del mercado propiamente, sin utilizar como materia prima a la madera sólida. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades físicas como la densidad normal (DN), contenido de humedad (CH) y mecánicas como resistencia a la compresión (RC) de dos tipos de tacón que funge como parte de la estructura de una tarima utilizada para carga y transporte de productos, los cuales son producidos de residuo de *Pinus radiata* en una industria en Durango, México. Se obtuvieron tres tacones de cada tipo, los cuales fueron pesados y medidos para obtener las propiedades físicas, además se sometieron a ensayos de compresión con ayuda de una maquina universal a los cuales se les aplico fuerza hasta el fallo. Los valores promedio encontrados para los dos tipos de tacones fueron: DN (0.56 g cm⁻³, 0.61 g cm⁻³), CH (15.77%, 12.71%) y una RC (10445.68 Kg/cm², 13522.26 Kg/cm²). Con los valores obtenidos se puede concluir que entre más denso el material es más compacto y más resistente, por el contrario, un material menos denso, tiene más espacios vacíos por lo tanto un material menos resistente. La normatividad indica que las tarimas tienen una capacidad de carga de 1500 a 4000 kg, en nuestro estudio es superior, sin embargo, al aplicar la carga hasta el fallo ya se muestran cambios dimensionales importantes.

Palabras clave: pallets, tarima, densificada, industria forestal, propiedades mecánicas.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MADERA DE PINO DEL PREDIO LAS BAYAS (UJED) EN DURANGO, MÉXICO

Cecilia Pulido Díaz^{1*}, Artemio Carrillo Parra¹, José Javier Corral-Rivas², José Rodolfo Goche Telles².

¹Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Blvd. Del Guadiana 501, Ciudad Universitaria, 34120 Durango.

²Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Río Papaloapan y Blvd. Durango S/N, Col. Valle del Sur, 34120 Durango.

*Autor para correspondencia: cecilia.pulido@ujed.mx

Las características físicas de la madera determinan la calidad del producto y le confieren propiedades para usos específicos. Se determinó la densidad básica (DB), contenido de humedad (CH), contracción volumétrica (CV) e hinchamiento volumétrico total (HVT) de la madera de *Pinus cooperi*, *P. durangensis*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. strobiformis* y *P. teocote* de cuatro sitios estudiados en el predio boscoso “Las Bayas” perteneciente a la UJED. Se seleccionaron tres árboles dominantes por especie en cada sitio, tomando una viruta de madera por individuo con un taladro de Pressler de 12 mm de diámetro para su análisis siguiendo los métodos de prueba estándar de la Norma Internacional ASTM D2395-17. Los resultados preliminares indican que la madera del predio se clasifica en ligera y semiligera (DB de 0.4 a 0.5 g/cm³), presenta una CV media (10 a 11%), HVT de 11 a 12% entre las especies, el CH mostró variación, atribuida probablemente a las condiciones de cada sitio.

Palabras clave: *Pinus*, características físicas, madera, Las Bayas, UJED.

MODULO DE ELASTICIDAD DINÁMICO EN ÁRBOLES EN PIE DE *Pinus montezumae* LAMB., MEDIANTE PRUEBAS ULTRASÓNICAS

Xuxan Alyn Rosas Ramos^{1*}, Ma. Amparo Máxima Borja de la Rosa¹, Roberto Machuca Velasco¹, Alejandro Corona Ambriz¹, Liliana Cuapio Hernández¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo

*Autor para correspondencia: alyn1195@hotmail.com

Los ensayos no destructivos aplicados al estudio de las propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de la madera en árboles en pie han presentado un importante crecimiento en los últimos años debido principalmente a la implementación de técnicas y tecnologías no invasivas las cuales no requieren del derribo de árboles para su evaluación además de disminuir el desperdicio de madera. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el Módulo de elasticidad dinámico (MOEd) en árboles en pie de *Pinus montezumae* Lamb., mediante un método no destructivo para determinar si existe correlación con el tiempo de propagación de la onda de ultrasonido. Se utilizó un método acústico mediante la medición del tiempo de vuelo de ultrasonido con el equipo Fakopp Microsecond Timer para la sección transversal del fuste a 1.30 m de altura, los sensores se ubicaron de manera opuesta y se realizaron tres repeticiones con un total de 70 árboles muestreados. Se encontró que el tiempo promedio de propagación de la onda de ultrasonido fue de 434.50 microsegundos, mientras que el MOEd promedio fue de 1059.29 MPa. Así también, el diámetro promedio para la zona de estudio fue de 67.91 cm. El modelo de regresión para el Módulo de Elasticidad dinámico y el tiempo de propagación de la onda de ultrasonido con un $p < 0.05$ resultó ser significativo (p -valor < 0.0001). Se concluye que el MOEd y el tiempo de propagación de la onda están correlacionados y que el tiempo de propagación es un buen predictor del MOEd.

Palabras clave: densidad, correlación, madera, onda acústica, propagación.

VARIACIÓN INTER E INTRA-CLONAL DE PROPIEDADES DE LA MADERA DE CLONES DE *Eucalyptus urophylla*

Secundino Torres Lamas^{1*}, Pablo Martínez Zurimendi¹, Marynor Elena Ortega Ramírez², Manuel Jesús Cach Pérez¹, Marivel Domínguez Domínguez³

¹ El Colegio de la Frontera Sur

² Universidad Politécnica de Huatusco

³ Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

*Autor para correspondencia: secundino.torres@estudianteposgrado.ecosur.mx

Eucalyptus urophylla es una especie prioritaria para la industria forestal en México. Actualmente, el principal uso es para fabricar tableros de fibra de densidad media (MDF, por sus siglas en inglés), por ello, el mejoramiento genético se enfoca en mejorar la productividad de las plantaciones. El rápido crecimiento puede reducir la densidad y longitud de fibra de la madera, lo que afecta la fabricación y calidad final del MDF. El objetivo fue evaluar la variación de la densidad y longitud de fibra de 26 clones de *E. urophylla*, y analizar la relación con variables de crecimiento. Se obtuvieron muestras de madera de tres árboles por clon, a cuatro alturas del árbol, en albura y duramen. El volumen promedio por clon varió de 0.11 a 0.54 m³. La densidad de madera del duramen varió de 395.3 a 490.4 kg m⁻³, y de la albura de 440.5 a 542.3 kg m⁻³. La longitud de fibra del duramen varió de 869.5 a 1030.0 μm, y de la albura de 955.9 a 1157.1 μm. En duramen la mayor densidad y longitud de fibra se observó entre el 50 y 75% de la altura del árbol. Se encontraron correlaciones de Pearson positivas pero modestas de la densidad de la madera (0.30, 0.21, 0.24) y la longitud de fibra (0.27, 0.16 y 0.17) con relación a la altura, diámetro normal y volumen del árbol. Estos resultados indican que mejorar el crecimiento tiene nulo efecto en la densidad y longitud de fibra de la madera.

Palabras clave: mejoramiento genético, plantaciones forestales, silvicultura clonal.

EVALUACIÓN DE LA MADERA DE *Gmelina arborea* Y *Acacia mangium* PARA LA OBTENCIÓN DE CELULOSA POR MÉTODOS DE QUÍMICA VERDE

Obed Garcia Garduza¹, Belkis Coromoto Sulbarán Rangel^{2*}, Rodrigo Hakamada², Karen Suancatl Colorado¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

² Universidad de Guadalajara

*Autor para correspondencia: belkis.sulbaran@academicos.udg.mx

La actividad forestal que se realiza hoy en día proporciona múltiples beneficios al ambiente, la fauna y la sociedad. Desde el punto de vista global, las plantaciones forestales ayudan a la regulación del clima, al amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, también proporcionan materia prima y energía a los seres humanos. Uno de los beneficios o compuesto que extrae el ser humano de los árboles es la celulosa, cual se encuentra en todas las plantas y árboles, la pared celular de los árboles está compuesta en su mayoría por celulosa. La celulosa se extrae de árboles tan variados como el pino, el abeto o incluso el eucalipto. La celulosa es el biopolímero más abundante de la Tierra. Se llama así a moléculas muy grandes que producen varios seres vivos. La celulosa está formada por moléculas de glucosa. Los árboles están compuestos por un 90 a 99% de lignocelulósica de su peso seco que varía dependiendo la especie, la celulosa se encuentra entre (35-50 %), hemicelulosas (10-35 %) y lignina (15-40 %) a estos compuestos se les conoce en su conjunto como materiales lignocelulósicos, esta composición química, se consideran como una fuente potencial para la obtención de energías limpias y diferentes productos químicos. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo saber el contenido de lignocelulósica que se encuentra en 4 diferentes especies forestales (*Acacia mangium*, *Pinus*, *Gmelina* y *Eucalyptus pellita*) y determinar las propiedades químicas.

Palabras clave: celulosa, lignina, pulpa kraft.

CAPÍTULO V

Servicios ecosistémicos y cambio climático

IMPACTOS ESPERADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. ¿CÓMO ADMINISTRAR LA DECLINACIÓN FORESTAL?

Cuauhtémoc Sáenz-Romero^{1*}

¹ Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. San Juanito Itzícuarro s/n, Col. Nueva Esperanza. Morelia Michoacán 58337 México. c

*Autor para correspondencia: saenzromero@gmail.com

De manera simplificada, podríamos conceptualizar el manejo forestal sustentable como la extracción de productos maderables de manera comercial redituable, bajo métodos que permitan al bosque renovarse (sea mediante la regeneración natural y/o la reforestación), al mismo tiempo que se conserva la biodiversidad preexistente, y se continúan prestando servicios ecosistémicos, tales como la captura de agua y carbono. Para lograrlo, es esencial que no se extraiga del bosque más madera que lo que equivale a su crecimiento neto acumulado en un período de tiempo (un ciclo de corta de aclareo de 10 años o en un turno, por ejemplo). Esta idea se cristaliza como un plan de manejo mediante la aprobación de autoridades competentes de un volumen de madera anual que se permite extraer, que típicamente no excede el crecimiento neto acumulado para un período de manejo en un rodal dado. Ahora bien: ¿Qué sucede cuando el volumen de madera derivado de árboles muertos o dañados por brotes de insectos descortezadores y/o incendios forestales excede al volumen anual autorizado en un plan de manejo? ¿Qué significa cuando eso se vuelve algo recurrente? En nuestra opinión, ello es reflejo de un crecimiento neto negativo del bosque, con un balance negativo de carbono. Esto es una tendencia que está emergiendo, y que, en nuestra opinión, podría llegar a ser un caso generalizado, debido al impacto del cambio climático. Eso debido al desfase progresivo entre la capacidad adaptativa de las poblaciones de especies forestales, y el lugar en el que ocurre u ocurrirá el clima que les es propicio y al cual se adaptaron en un largo proceso evolutivo. De continuar tal tendencia, es indispensable replantearse cuáles deben ser los objetivos realistas de la silvicultura en la Era del Cambio Climático: en nuestra opinión es necesario reorientar el manejo a la administración responsable de la declinación forestal que está empezando a ocurrir. Los impactos esperados por la ola de calor de junio del 2023 y los que vendrán por la corriente de El Niño 2023-2024, posiblemente serán de tal magnitud que indicarán que ha llegado el momento de discutir esto.

Palabras clave: cambio climático, adaptación, declinación forestal.

DINÁMICA DE PROTEÍNAS TOTALES SOLUBLES EN UN BOSQUE DE PINO PIÑONERO SOMETIDO A PROCESOS ANTRÓPICOS

Antonio Gallegos Islas¹, Viridiana Contreras-Villarreal¹, Luis Manuel Valenzuela-Núñez^{2*}, Dalia Ivette Carrillo-Moreno¹, Edwin Amir Briceño-Contreras³

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

² Universidad Juárez del Estado de Durango

³ Universidad para El Bienestar Benito Juárez García

*Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

El pino piñonero (*Pinus cembroides*) pertenece a la familia *Pinaceae*, crece en climas templados. Es la especie de mayor distribución e importancia socioeconómica en México, siendo un producto valioso en las comunidades. El objetivo es evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la fisiología de la especie, en las concentraciones de proteínas. El estudio se llevó a cabo en Cuencamé, Durango, en tres sitios: La Garruña (perturbación mínima), La Virgen (turismo), La Presa (pastoreo). El muestreo se realizó en dos fechas: verano (septiembre 2022); invierno (enero 2023). Se obtuvieron muestras de tres árboles adultos con una edad media de 50 años, en un área de 5 ha para cada sitio. La selección de árboles fue completamente al azar. En cada árbol se tomaron dos muestras de raíz, dos de tronco y dos de hoja. Se realizó una prueba de comparación de medias entre sitios (Tukey) con un valor de significancia de 0.05. Los resultados mostraron diferencia entre sitios en el tronco ($F=25.859$, g. l. = 2, $p=0.001$) se encontró una menor cantidad de proteínas totales solubles en el tronco de los árboles de pino en el sitio conocido como la Virgen ($X=0.137$ mg /g MS) en relación al sitio con pastoreo y al sitio con perturbación mínima ($X=0.305$ y $X=0.292$ mg/g MS, respectivamente), por lo que se puede concluir que esto se debe a los procesos antrópicos provocados por el turismo

Palabras clave: pastoreo, turismo, compuestos nitrogenados, bosque templado.

ANÁLISIS DE INTERCEPCIÓN DE PRECIPITACIÓN EN *Pinus cooperi* C.E. BLANCO Y *Pinus leiophylla* SCHL. & CHAM EN EL MUNICIPIO DE PUEBLO NUEVO, DURANGO, MÉXICO.

Tilo Gustavo Domínguez Gómez^{1*}, Luis Alberto Santos Baena², Salvador Leonel Maroto Parra², José Encarnación Lujan Soto¹, Sarely Vicente Juan², Cesar Gerardo Ramos Hernández³, José Javier Corral-Rivas⁴

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de El Salto

² Instituto Tecnológico de El Salto

³ Universidad Autónoma de Nuevo León/Facultad de Ciencias Forestales

⁴ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: [gustavo dguezg@hotmail.com](mailto:gustavo_dguezg@hotmail.com)

El objetivo del presente estudio, fue cuantificar la redistribución de las precipitaciones (incidente, directa y escurrimiento fustal) y las propiedades fisicoquímicas del agua. Para la medición de componentes de precipitación incidente y directa, se utilizaron cuatro canaletas por especie, para la cuantificación de escurrimiento fustal se utilizaron mangueras adheridas al fuste. El análisis de 22 eventos de lluvia, distribuidos entre 22 de junio al 13 de octubre de 2021, dentro de un área del municipio de Pueblo Nuevo, Durango, dieron como resultado una precipitación incidente de 882.16 mm. La precipitación directa fue de 80% y 76% para *Pinus cooperi* y *Pinus leiophylla* respectivamente, representando en promedio un 78% de total de la precipitación incidente. El escurrimiento fustal con relación a la precipitación incidente fue menor a uno por ciento en cada una de las especies. En *P. leiophylla* el porcentaje representó el 0.19% y en *P. cooperi* 0.29%. El análisis del pluviolavado indicó que el valor más alto del pH para la precipitación incidente fue igual a 7.39, en *P. cooperi* 5.41 y en *P. leiophylla* 5.81. El escurrimiento fustal en *P. cooperi* presentó un pH igual a 5.03 y en *P. leiophylla* de 4.55. Mientras que la conductividad eléctrica de la precipitación incidente fue de 15.40 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 63.75 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en *P. cooperi* y de 84.11 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en *P. leiophylla*, el escurrimiento fustal indicó el valor promedio de 79.99 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en *P. cooperi* y de 113.67 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en *P. leiophylla*.

Palabras clave: redistribución, precipitación incidente, precipitación directa, escurrimiento fustal

CAMBIO DE COBERTURA FORESTAL EN EL BOSQUE DE AGUA

José López-García^{1*}

¹ Instituto de Geografía, UNAM. Av. Universidad 3000. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. Cp. 04510. Coyoacán, Ciudad de México. México.

*Autor para correspondencia: jlopez@geografia.unam.mx

El “Bosque de Agua”, incluye la Sierra de las Cruces al oeste y el Corredor Biológico Chichinautzín al sur de la Ciudad de México, es la quinta ciudad más grande del mundo e históricamente ha sufrido perturbaciones en la cobertura forestal, con la consecuente reducción en los servicios ambientales que brinda. Los cambios en el estado de los bosques entre 1994 y 2017 se analizan aquí en términos del cambio neto anual en el área de las diferentes densidades de cobertura y los diferentes procesos de cambio. En general, el cambio neto fue favorable en todos los casos: mejora forestal vs degradación forestal, reforestación vs deforestación y forestación vs cambio de uso de suelo. Hubo cambios en 16.03% del Bosque de Agua: recuperación en 11.09% y perturbación en 4.94%. Está marcada recuperación es resultado del estatus de protección de dos tercios del bosque de Agua, el pago por servicios ambientales hidrológicos en el 29.33% del área a partir de 2003, y los continuos programas de reforestación, control de incendios y vigilancia por parte de las comunidades locales, circunstancias que han permitido que la recuperación supere el disturbio en la mayor parte del Bosque de Agua. Un tercio del disturbio forestal se concentra en seis de los 35 municipios en la región sur, ocasionado por la tala clandestina de bandas organizadas, debido al estado de ingobernabilidad que reina en estos municipios, considerados como un foco rojo por la PROFEPA.

Palabras clave: procesos de cambio, perturbación forestal, recuperación forestal, densidad de cobertura.

COMPORTAMIENTO HIDROCLIMÁTICO DE LOS PINOS PIÑONEROS DE TAMAULIPAS

Saida Lucero Contreras-Mata^{1*}, Claudia Cecilia Astudillo-Sánchez¹, Eduardo Alanís-Rodríguez², Arturo Mora-Olivo¹, Jacinto Treviño-Carreón¹

¹ Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

*Autor para correspondencia: lucerocontreras06@gmail.com

Los pinos piñoneros son especies relevantes para los ecosistemas áridos y semiáridos, con una notable capacidad para reconstrucciones climáticas. Dos de las tres especies que se distribuyen en Tamaulipas se encuentran dentro de la NOM- 059. El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta hidroclimática de los pinos piñoneros *Pinus cembroides*, *P. nelsonii* y *P. pinceana* en Tamaulipas, a partir de sus anillos de crecimiento anuales. Para determinar el periodo de precipitación que influye en el crecimiento radial de los piñoneros, se correlacionó la serie de índices de ancho de anillo con la precipitación mensual regional para un periodo común de datos, obtenidos de estaciones meteorológicas cercanas. La comparación entre los tres pinos piñoneros sirvió para saber si responden a los mismos periodos de lluvia o si son flexibles, y representan las variables del clima de acuerdo con la región donde se desarrollan. Se determinó una diferencia entre las tres especies, ya que el crecimiento radial de *P. pinceana* se ve influenciado por la precipitación de agosto del año anterior a julio del año actual, que corresponde al periodo verano-verano; esto difiere de *P. cembroides* y *P. nelsonii* los cuales responden de manera significativa a la precipitación de noviembre del año previo a julio del año actual, cubriendo así un periodo de lluvia estacional invierno-verano. El presente estudio demuestra que los piñoneros son especies sensibles que reflejan los fenómenos atmosféricos que se presentan en cada espacio geográfico donde se desarrollan.

Palabras clave: anillos de árboles, *Pinus cembroides*, *P. nelsonii*, *P. pinceana*, precipitación.

DETERMINACIÓN DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HIDROLÓGICOS EN XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO

Gabriel Chablé-Rodríguez¹, Manuel de Jesús González Guillén^{1*}, Armando Gómez-Guerrero¹, Teresa M. González-Martínez¹, Demetrio S. Fernández-Reynoso¹

¹ Colegio de Postgraduados

*Autor para correspondencia: manuelg@colpos.mx

La ciudad de Xalapa, Veracruz, enfrenta un déficit creciente de agua potable, por ello se necesita fortalecer las políticas públicas orientadas hacia las áreas forestales de recarga. Una forma es a través de esquemas de pago por servicios ecosistémicos lo que requiere conocer el potencial económico que contribuya a la aplicación de estos esfuerzos. El objetivo de este estudio fue determinar la disposición a pagar (DAP) de los usuarios de agua de uso doméstico para la conservación de zonas forestales de recarga. Se diseñó y aplicó aleatoriamente una encuesta estructurada a 113 hogares en Xalapa. La información se analizó a través de un modelo econométrico que identificó los principales aspectos sociales, económicos y ambientales, relacionados con la DAP por el servicio hidrológico de uso doméstico. Los resultados indican que el potencial de la DAP anual asciende a \$17 243 032.08 por parte de usuarios del servicio de agua potable a nivel doméstico; 92.04 % de la población tiene una DAP mensual promedio de \$10.23 para la conservación de las áreas forestales. El ingreso, la fuente de ingresos, el nivel educativo y la edad son variables significativas que se relacionan positivamente con la DAP. Existe una DAP alta por parte de los usuarios que puede aprovecharse por los responsables y tomadores de decisiones para incentivar la conservación forestal en las zonas de recarga de agua en el área de estudio.

Palabras clave: agua potable, modelo econométrico, subcuenca hidrológica pixquiac, valoración contingente.

DINÁMICA DE CARBONO EN BOSQUES GESTIONADOS PARA PRODUCCIÓN MADERABLE EN EL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.

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 Colegio de Postgraduados - Posgrado en Ciencias Forestales

² Servicio Forestal de Estados Unidos, Programas Internacionales Gerencia Técnica del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, Comisión Nacional Forestal

*Autor para correspondencia: gangeles@colpos.mx

Comprender la dinámica de carbono (C) de los en los ecosistemas forestales es necesario para desarrollar estrategias efectivas para la mitigación y adaptación al cambio climático. Cuantificar los flujos entre los almacenes de carbono de manera precisa es crucial para determinar si un bosque en particular es una fuente o un sumidero de carbono. El objetivo de este trabajo fue evaluar la dinámica de C en un bosque templado manejado para la producción maderable. Se empleó el modelo CBM-CFS3 (Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector) para determinar el efecto de la cosecha sobre la fijación de carbono bajo las condiciones actuales de manejo, en rodales ubicados en el municipio de Zacualtipán, Hidalgo. La modelización se ejecutó en un paisaje de 823 ha desde el comienzo del manejo forestal en la década de 1980, realizado a través del método de desarrollo silvícola, con tres aclareos durante un turno de 40 años. Los resultados mostraron que el paisaje forestal almacenó en promedio previo al inicio de la gestión forestal (1980) 117.54 Mg ha⁻¹ (± 2.46) de C almacenado en la parte aérea. Posteriormente se observó una disminución a 84.42 Mg ha⁻¹ (± 4.05), a partir del año 2022 y durante los años posteriores se almaceno en promedio 101.96 Mg ha⁻¹ (± 3.48). La fijación neta de carbono se mantuvo en promedio con 0.96 Mg ha⁻¹ año⁻¹ (± 0.5) contemplando las actividades de gestión forestal maderable en área de estudio. Durante el inicio de la gestión el bosque es una fuente de C y al cabo de 30 años de gestión se convierte en un sumidero neto de C.

Palabras clave: fijación de carbono, manejo forestal, CBM-CFS3, modelo de procesos, dióxido de carbono.

EFFECTO DE LAS ÁREAS VERDES EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL, REGISTRADA MEDIANTE SENSORES REMOTOS EN DURANGO.

Claudia Fabiola Reyes Rodriguez^{1*}, Pablito Marcelo López Serrano², Marcela Rosas Chavoya³, José Ángel Prieto Ruiz⁴, Felix Juan Carlos Hinojosa Espinoza⁴

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

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

³ Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales

⁴ Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: fabihuawei7@gmail.com

Las áreas verdes en zonas urbanas han brindado una variedad de servicios ecosistémicos los cuales influyen en la calidad de vida de los habitantes. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las áreas verdes en la temperatura superficial (TS) registrada mediante sensores remotos en la ciudad de Durango. Se diferenciaron las áreas verdes públicas y privadas existentes, estimando 10.56 m²/hab de áreas verdes. Se realizó una clasificación por usos de suelo (urbano, cuerpo de agua, suelo desnudo y área verde) para analizar la temperatura superficial por medio de imágenes del satélite Landsat 8 y sistemas de información geográfica (QGIS), además de una comparación de TS en tres tipos de áreas verdes (parques, plazas y jardines y camellones). Se evaluó el comportamiento de la TS para dos periodos (invierno 2021 y primavera 2022). Los resultados indican una TS menor en las áreas verdes comparada con urbano (zonas de concreto, construcción y asfalto), además de una tendencia regulatoria en las áreas verdes de mayor extensión (parques), la mayor diferencia de urbano y parques, es de 4.77 °C en primavera y 3.03 °C en invierno. La zona centro de la ciudad obtuvo una superficie de áreas verdes de 250.95 ha y un menor promedio de TS (22.8 y 36.6 °C para cada periodo). Se concluye que la existencia de espacios con vegetación dentro de la zona urbana influye en la regulación de temperatura superficial y destaca que entre mayor sea el área verde, más aporte tendrá a la regulación.

Palabras clave: áreas verdes, uso de suelo, sistemas de información geográfica, urbano.

EFFECTOS DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL SOBRE EL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN BOSQUES TEMPLADOS DE DURANGO

Erik Orlando Luna Robles^{1*}, Francisco Javier Hernández¹, Israel Cantú Silva², Tilo Gustavo Domínguez Gómez¹, José Javier Corral-Rivas³, Silvia Janeth Bejar Pulido¹

¹ Tecnm / Instituto Tecnológico de El Salto

² Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Ciencias Forestales

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: eranroka@hotmail.com

Las operaciones forestales como derribo, arrastre y apilamiento modifican el suelo y vegetación alteran los servicios ecosistémicos del suelo como la captura y almacenamiento de carbono. El objetivo fue determinar las reservas de carbono orgánico del suelo (COS) en un rodal aprovechado mediante la corta de árboles padre y un rodal (testigo) en etapa de madurez próximo a aprovechamiento. El área de estudio se ubica en bosques de Pueblo Nuevo, Durango. Donde el suelo dominante pertenece al tipo Cambisol. En cada rodal se tomaron 4 muestras compuestas de suelo por profundidad (0–20 cm y 20–40 cm); y se determinó la densidad aparente en ambas profundidades mediante el método gravimétrico (g cm^{-3}). El carbono orgánico (%) de las muestras de suelo se estimó a partir del método Walkley y Black. Para calcular el COS expresado en Mg ha^{-1} se multiplicaron los valores de la densidad aparente, el porcentaje de carbono de las muestras y el intervalo de profundidad analizada. Los resultados señalan que la corta de regeneración incrementó significativamente las reservas de COS en ambas profundidades. El reservorio acumulado (0–40 cm) del rodal testigo fue de 99.5 Mg ha^{-1} mientras que el rodal de árboles padre de 130 Mg ha^{-1} . Las modificaciones en la masa forestal e intensidad de corta modificaron el sistema edáfico que influye directamente en los procesos de mineralización. El suelo tipo Cambisol tiene una buena capacidad de secuestro de carbono. Lo cual permite definir que el manejo forestal es sustentable para el suelo y vegetación.

Palabras clave: operaciones forestales, servicios ecosistémicos, intensidad de corta, mineralización, sustentable.

EFICACIA DEL PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN LA SUBCUENCA PIXQUIAC, VERACRUZ, MÉXICO

Gabriel Chablé-Rodríguez¹, Manuel de Jesús González Guillén^{1*}, Teresa M. González-Martínez¹, Armando Gómez-Guerrero¹, Demetrio S. Fernández-Reynoso¹

¹ Colegio de Postgraduados

*Autor para correspondencia: manuelg@colpos.mx

Para alcanzar la mayor eficiencia y eficacia en la aplicación y gestión de los programas de apoyo como el de pago por servicios ambientales (PSA), resulta fundamental analizar su avance y verificar su focalización a donde realmente se requiere. Este estudio analizó la evolución del PSA del 2003 al 2016 en la subcuenca Pixquiatic, Veracruz, la cual abastece con 30% de agua potable a la ciudad de Xalapa, y evaluó el grado de coincidencia entre las áreas apoyadas y áreas prioritarias hidrológicas. Para ello, se analizó estadísticamente la información de los ejercicios fiscales del PSA en la región durante el periodo de estudio, y con sistemas de información geográfica se determinaron las áreas prioritarias y áreas de PSA. Los resultados indican que el monto de pago ascendió a USD \$1,076,782.50 en una superficie de 5,450 ha durante el periodo analizado. Sin embargo, sólo 881.58 ha (24.5% del total de áreas prioritarias hidrológicas) fueron consideradas en este esquema de pago. Es importante que los tomadores de decisiones cuenten con información oportuna y precisa que permita focalizar los recursos disponibles a una escala espacial más precisa. Además, los actores involucrados deberían conjuntar más esfuerzos para que exista mayor participación de los dueños de los bosques y usuarios de los servicios ambientales.

Palabras clave: conservación, fondos concurrentes, mecanismos locales, proveedores, uso forestal.

ESTIMACIÓN DE CARBONO Y AGUA ALMACENADA EN LA PARTE AÉREA DE *Pinus pinceana* GORDON., UNA ESPECIE MEXICANA EN PELIGRO EXTINCIÓN

Arantza Martínez^{1*}, Efraín R. Ángeles-Cervantes²

¹ Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

² UNAM Fes Zaragoza

*Autor para correspondencia: arantzamartinez839716@comunidad.unam.mx

Pinus pinceana es escaso y se distribuye en zonas áridas, pero se desconocen sus servicios ambientales. El objetivo de este estudio fue estimar carbono y agua almacenada en individuos de *P. pinceana*. El estudio se realizó en un bosque de *P. pinceana* en Cardonal, Hidalgo, sobre suelos muy someros, pendientes pronunciadas y clima templado muy seco. Se determinó el patrón de crecimiento de *P. pinceana* y se colectaron cuatro ramas basales grandes de diferentes árboles. Se registró la edad (por conteo de verticilos y anillos), DAP y altura interverticilar y obtener masa y volumen. Cada rama se corto en fracciones de 5 cm de largo (n= 2000 muestras), se registró biomasa fresca y seca, volumen y densidad de la madera. Se registró peso fresco y seco del follaje y troncos grandes, los cuales se cortaron en fracciones de 10 cm y se pesaron para obtener la biomasa fresca, seca y volumen. Con los datos se obtuvieron ecuaciones alométricas para determinar el carbono (Kg) y agua (L) almacenada. Los resultados indican que *Pinus pinceana* presenta un patrón de crecimiento tipo Rauh, densidad de madera de 0.76 g cm⁻². El carbono almacenado acumula de 0.011 Kg a 2.85 kg en los primeros 50 años, y alcanza un máximo de 440 kg a los 172 años. La cantidad de agua almacenada es de 0.039 L a 4.31 L en los primeros 50 años y un máximo de 347 L a los 172 años. El follaje es el almacén de agua más importante y por ello las hojas son largas de apariencia caediza.

Palabras clave: piñón largo, bosques secos, servicios ambientales, *Pinus*.

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN EN BOSQUES TEMPLADOS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Sarely Vicente Juan¹, Tilo Gustavo Domínguez Gómez^{2*}, José Javier Corral-Rivas³, Humberto González Rodríguez⁴, José Encarnación Lujan Soto², Gabriela Domínguez Gómez⁵

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de El Salto

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ Universidad Autónoma de Nuevo León/Facultad de Ciencias Forestales

⁵ Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Num 23/Universidad Intercultural del Estado de Tabasco

*Autor para correspondencia: gustavo_dguezg@hotmail.com

El objetivo fue determinar la composición y estructura de la vegetación en cuatro sitios (S1 ejido El Brillante, S2 ejido La Ciudad, S3 San Esteban y S4 ejido La Victoria) en el estado de Durango, se establecieron parcelas (diez) en cada sitio de estudio de 1000 m², en las cuales se estimaron los valores de abundancia, dominancia, frecuencia y valor de importancia y parámetros dasométricos altura, cobertura y densidad. Se registraron un total de 6,425 individuos, se identificaron 29 especies, 7 familias y 11 géneros y de estas se comparten 10 especies entre los sitios, predominando los géneros y especies de las familias *Pinaceae* y *Fagaceae*. El índice de diversidad de Shannon para el S1, S2, S3 y S4 fue de 1.95, 1.48, 2.09 y 1.79, respectivamente, caracterizándolos en una diversidad intermedia; el índice de Jaccard evidenció a los S3 y S4 con mayor similitud (61.11 %) y los sitios con la menor similitud fueron el S1 y S4 (45.83 %). La cobertura total para los cuatro sitios de estudio fue de 98,668 m². En general la diversidad de especies entre los cuatro sitios tiende a ser homogénea, esto debido a que se encontró una correlación positiva entre las especies más dominantes en la vegetación, El valor de importancia determinó que las especies con mayor valor son, *Pinus cooperi*, *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*, esta relación es más fuerte en las zonas más alejadas de las actividades antropogénicas donde los individuos presentan mayores alturas y diámetros.

Palabras clave: valor de importancia, cobertura, dominancia, frecuencia, Durango.

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE LA RESERVA BIOLÓGICA SAN LUIS (RBSL), SAN LUIS PUNTARENAS, COSTA RICA

William Gerardo Montero Flores^{1*}, Gustavo Hernández Sánchez¹, Henry Sánchez Toruño¹, Isaac Mesen Montano¹, Pablo Marroquín Morales²

¹ Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) de la Universidad Nacional

² Universidad Autónoma de Chiapas

*Autor para correspondencia: william.montero.flores@una.cr

El objetivo del estudio fue evaluar la vegetación arborescente sucesional como proceso de restauración forestal de la Reserva Biológica San Luis, Puntarenas Costa Rica. El problema identificado en el área de estudio correspondió a la existencia de vacíos de información sobre biodiversidad en general. Se realizó un inventario forestal en bosque secundario sucesional 20 años 2,40 hectáreas y 2,24 hectáreas en bosque primario intervenido, utilizándose parcelas temporales de 40 x 40 m distribuidas sistemáticamente. Se registró un mayor número de familias, géneros y especies para el bosque intervenido. El área basal del bosque intervenido mostró un valor cercano al doble del reportado para bosque secundario sucesional y a la vez una mayor densidad de árboles por hectárea para el bosque intervenido. Para la riqueza y diversidad florística los valores más altos se registraron en el bosque intervenido de acuerdo con los índices de Shannon, Simpson y los estimadores no paramétricos. La especie *Lonchocarpus oliganthus* (Fabaceae), para ambos bosques presentó el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI). Se obtuvo una distribución de J invertida de individuos por clase diamétrica para ambos bosques, con mayor presencia de diámetros superiores en el bosque de mayor edad. La distribución del área basal por clase diamétrica mostró patrones notablemente distintos en ambos bosques. Se determinó la diversidad beta utilizando el índice de similitud de Jaccard y el coeficiente de afinidad florística de Sorensen, obteniéndose una similitud entre los bosques de 54,79% y una afinidad florística de un 70,80%, respectivamente.

Palabras clave: riqueza y diversidad florística, bosque primario, bosque intervenido, Índice de Valor de Importancia.

GESTIÓN DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES PARA EL FOMENTO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS RELACIONADOS CON EL AGUA

Efren Hernández-Alvarez¹, Agustín Gallegos-Rodríguez¹, Carlos Guzmán-Paredes¹, Gerardo Hernández-Plascencia², Daniela Montserrat Ríos Grajeda^{1*}

¹ Universidad de Guadalajara

² Universidad de Guadalajara

*Autor para correspondencia: daniela.rios3729@alumnos.udg.mx

En el país existen 7.4 millones de ha incorporadas al manejo forestal para producción forestal maderable, la cual fue de 9.01 millones de metros cúbicos de madera en rollo (m³r) para 2017, para año 2018 se contaba con 2.75 millones de hectáreas con certificado de aprovechamiento sustentable, el manejo de ecosistemas forestales impacta al fomento de servicios ecosistémicos relacionados con el agua. Por otra parte, el aumento de la población mundial, el crecimiento económico y aumento de la urbanización, provocan mayor demanda de agua dulce, en próximas décadas la población mundial puede afrontar una crisis de recursos hídricos, por lo anterior, como profesionales forestales es indispensable mejorar y crear estrategias de investigación, extensión y en el campo, que impulsen gestión de los recursos hídricos en apoyo a la producción agropecuaria y conservación forestal. El objetivo del presente trabajo fue realizar una investigación de primera aproximación con la meta de encontrar algunas estrategias. Resultados: El Programa Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), planeación y gestión del manejo para el aprovechamiento maderable, debe tener como marco de trabajo la cuenca hidrográfica, los Servicios culturales que aportan los bosques a la sociedad pueden considerarse como un área de oportunidad para los dueños o poseedores de bosques que como una alternativa más del usufructo de sus terrenos forestales. Las anteriores prácticas llevadas a cabo por instituciones gubernamentales, profesionales forestales, dueños o propietarios de predios forestales, son muy amigables con el medio ambiente y podrán coadyuvar en mantener el balance hídrico en las cuencas hidrológicas.

Palabras clave: balance hídrico, recursos hídricos, servicios culturales.

HOW MUCH DOES THE URBAN TREE SHADE HELP IN SAVING ELECTRICITY CONSUMPTION AT MONTERREAL NEIGHBORHOOD OF TUXTLA GUTIERREZ CITY, CHIAPAS?

Itzel Castro Mendoza^{1*}, José René Valdez Lazalde², Tomas Martínez Trinidad², Francisca Ofelia Plascencia Escalante²

¹ INIFAP

² Colegio de postgraduados

*Autor para correspondencia: craxrubra3@gmail.com

Electricity energy, in Mexico, is a resource of great demand in the urban areas with serious environmental consequences for its generation. It is essential for the well-being of the population, as in the case of tropical cities like Tuxtla Gutiérrez (TGZ), capital of the state of Chiapas, its demand is strongly focused on cooling. There are various strategies proposed to regulate the temperature in homes and cities. The use of air conditioning is the most popular house cooling system, however, its energy demand is high, as well as its environmental consequences. At the opposite extreme are trees that have shown good results as temperature regulators, both indoors and outdoors. The aim of this research is to provide economic elements that support the benefits of urban trees, quantifying the service it provides as a buffer against extreme temperatures through the shade it generates. For this, surveys were carried out in the Monterreal neighborhood of the city of Tuxtla Gutiérrez, to know the habits of use of electrical appliances and their characteristics. With the information collected, the energy consumption of each household surveyed, and the associated cost were calculated, making a comparison between those houses that received or not tree shade. Finally, it was estimated that the consumption of electricity per capita (CEpc) is reduced by 32% when the house is shaded by trees, discovering an average saving of 43% in the annual cost, which means an annual saving between \$300 and \$900 Mexican pesos.

Keywords: economic valuation, ecosystem service, tree shade.

IMPACTO DEL FENÓMENO DE EL NIÑO EN TAMAULIPAS A TRAVÉS DE *Pinus pinceana*

Claudia C. Astudillo-Sánchez^{1*}, José Villanueva-Díaz², Arturo Mora-Olivo³, Jacinto Treviño-Carreón³, Leroy Soria-Díaz⁴

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

³ Facultad de Ingeniería y Ciencias

⁴ Instituto de Ecología Aplicada/facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

*Autor para correspondencia: ccastudillo@docentes.uat.edu.mx

El fenómeno de El Niño afecta las lluvias de verano y de invierno en México, ocasionando sequías severas principalmente en los estados del norte del país, entre ellos Tamaulipas. Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue analizar la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) en el desarrollo de sequías en Tamaulipas, México a través de anillos de crecimiento de *Pinus pinceana* (piñonero llorón). El estudio contempló el uso de técnicas dendrocronológicas, con las cuales se fechó el crecimiento anual de 124 muestras de *P. pinceana* para desarrollar una cronología de ancho de anillo y reconstruir una precipitación regional de 143 años (1876-2018); se analizó la influencia de El Niño en el desarrollo de sequías a través de índices de ENSO; las sequías se validaron con índices de sequía y registros históricos. A través de los anillos de crecimiento de *P. pinceana* fue posible detectar un patrón de sequías severas en Tamaulipas, las cuales se registraron a inicios, mediados y finales de cada siglo, con una influencia significativa del fenómeno El Niño, las sequías son consistentes con los registros históricos de afectaciones socioecómicas por la falta de lluvia en la región. El estudio concluyó que la asociación significativa entre el crecimiento anual de *P. pinceana* y los índices de ENSO y de sequía, demuestran el uso potencial del piñonero llorón para determinar cada cuánto se presentan sequías en la región y contribuir a una mejor planificación del recurso hídrico.

Palabras clave: anillos de árboles, el niño-oscilación del sur, piñonero llorón, sequías.

INTERCEPCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN UN BOSQUE PINO - ENCINO EN EL EJIDO ADOLFO RUIZ CORTINES, PUEBLO NUEVO, DURANGO

Cristiam Hernández Manzanarez¹, Tilo Gustavo Domínguez Gómez^{2*}, Humberto González Rodríguez³, José Javier Corral-Rivas⁴, José Guadalupe Colín¹, Israel Cantú Silva³

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de El Salto

³ Universidad Autónoma de Nuevo León/Facultad de Ciencias Forestales

⁴ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: gustavo_dguezg@hotmail.com

Se cuantificaron los componentes hidrológicos de la intercepción en un bosque de pino–encino en el ejido Adolfo Ruíz Cortines, Pueblo Nuevo, Durango. Con el propósito de determinar los porcentajes de la precipitación incidente, directa, escurrimiento fustal, pérdidas por intercepción y propiedades fisicoquímicas en *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*, se estableció una parcela de 2500 m², para la medición de los componentes de p. incidente y directa se utilizaron cuatro canaletas por especie y para el escurrimiento fustal, mangueras adheridas al fuste. El análisis de 30 eventos de lluvia, distribuidos de mayo-diciembre del 2018, sumaron un total de 856.25 mm de precipitación incidente, encontrándose resultados para *P. durangensis* y *Q. sideroxyla* de precipitación directa de 96.21 y 91.76 %, respectivamente; el escurrimiento fustal presento valores de 0.38 % para *P. durangensis* y 0.73 % en *Q. sideroxyla*. Las pérdidas por intercepción fueron de 3.21 % para *P. durangensis* y 7.51 % *Q. sideroxyla*. El valor máximo del pH en la precipitación incidente fue de 6.9, en la precipitación directa en *P. durangensis* 6.0 y en *Q. sideroxyla* 6.4, para el escurrimiento fustal de *P. durangensis* fue de 5.6 y para *Q. sideroxyla* fue de 6.3. La conductividad eléctrica mostró valores promedios de 26.29 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en la precipitación incidente, 28.84 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en la precipitación directa y el escurrimiento fustal de 82.08 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Estos resultados muestran la importancia de la cubierta de bosques en los procesos de redistribución de lluvias, intercepción y recarga de las cuencas hidrológicas.

Palabras clave: bosques, pérdidas por intercepción, pluviolavado, redistribución.

INTERCEPCIÓN DE PRECIPITACIONES, PLUVIOLAVADO Y ESCORRENTÍA CORTICAL EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE MIXTO EN PUEBLO NUEVO, DURANGO

Tilo Gustavo Domínguez Gómez^{1*}, Samuel Rodolfo Rivera Hernández², Juan Alberto Apolinar Nava², Cristiam Hernández Manzanarez³, Cesar Gerardo Hernandez Ramos⁴, José Encarnación Lujan Soto⁵

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de El Salto

² Instituto Tecnológico de El Salto

³ Instituto Tecnológico de El Salto

⁴ Universidad Autónoma de Nuevo León/Facultad de Ciencias Forestales

⁵ Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de Durango

*Autor para correspondencia: gustavo_dguezg@hotmail.com

Se estimaron las propiedades hidrológicas dentro de un fragmento de Bosque Mixto del ejido San Esteban, Pueblo Nuevo, Durango, con el objetivo de conocer los porcentajes de la precipitación incidente, directa, escurrimiento fustal, perdidas por intercepción y propiedades fisicoquímicas del agua en *Pinus durangensis* y *Pinus strobiformis*. El estudio comprendió 22 eventos de lluvias entre los meses de junio-octubre del 2021, los cuales registraron un total de (887.61) mm de precipitación incidente. El valor de la precipitación directa fue de 60.19% para *P. durangensis* y para *P. strobiformis* 72.38 %. El escurrimiento fustal de (0.14%) para *P. durangensis* y para *P. strobiformis* (0.31%), estuvo relacionado con las características fenológicas, dasométricas e intensidad de la lluvia que fueron determinantes en la cantidad de agua que llega al suelo. Las pérdidas por intercepción representaron el (40.26%) en *P. durangensis* y (25.18%) en *P. strobiformis* respectivamente. El pluviolavado del pH presento un valor promedio en la precipitación incidente de 6.08 y para el escurrimiento fustal de *P. durangensis* fue de 4.7 y para *P. strobiformis* fue de 4.5 y la precipitación directa obtuvo un pH de 5.40 para *P. durangensis* y en *P. strobiformis* 5.90. La conductividad eléctrica mostro una tendencia de aumentar con forme recorría las copas y fuste de los árboles, se obtuvo un valor de 11.12 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en la precipitación incidente, aumentando ligeramente a 17.36 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en la precipitación directa y el escurrimiento fustal mostró valores superiores con un promedio de 71.60 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Palabras clave: precipitación incidente y directa, escurrimiento fustal, intercepción, pluviolavado.

**INTRINSIC WATER USE EFFICIENCY OF THREE SPECIES OF *Abies*,
ALONG THE MEXICAN PACIFIC: FACING THE RISING OF
ATMOSPHERIC CO₂**

Luis Ubaldo Castruita Esparza^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua

*Autor para correspondencia: lcastruita@uach.mx

Improved understanding of tree responses in relation to CO₂ increases in the atmosphere is needed to estimate and predict forest ecosystem responses. In this study, we use dendrochronological methods and isotopic analysis to examine the physiological response of *Abies* spp. from different latitudes to atmospheric CO₂ changes in last century. Three high-elevation forests across a ~15° latitudinal transect in the Mexican Pacific were studied. Mature dominant trees were sampled at three sites, San Pedro Mártir in Baja California (BC), Pueblo Nuevo Durango (DGO) and El Porvenir and Siltepec in Chiapas (CHIS). To describe the changes of physiological variables, we divided the tree ring series into extreme wet and dry periods from 1893 to 2000. The results showed that intrinsic water use efficiency (iWUE), during the past century has increased at all sites, 31% at DGO site, followed by CHIS (28%) and BC (21%). The BC site showed more enrichment in ¹³C and less discrimination, which is consistent with the dry environment of the site. The lack of differences in ¹⁸O over time within every site, indicated that the source of water for *Abies* trees has not changed in the study sites, but the signature for the CHIS site was 5‰ lower than the other sites, suggesting a different signature for the rain and shallow water at that latitude. The regime (wet or dry) or the interaction time x regime were not significant to explain the differences in physiological variables for *Abies* trees.

Keywords: Stable Isotopes, Water-use Efficiency, Tree Rings, Climate Change, Mexico.

MONITOREO DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO "CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DIVERSIDAD VEGETAL" PARA BOSQUES TEMPLADOS EN MEXICO.

José Carlos Monárrez González^{1*}, Gustavo Perez Verdín², Vidal Guerra de la Cruz¹, Marisela C. Zamora Martínez¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

² Instituto Politecnico Nacional

*Autor para correspondencia: monarrez.jose@inifap.gob.mx

El desconocimiento de las relaciones entre el manejo forestal y los servicios ecosistémicos limita el número de alternativas de manejo que aseguren la sustentabilidad de los bosques. El objetivo fue generar una metodología que monitoree el servicio ecosistémico de “conservación y mantenimiento de la diversidad vegetal” en paisajes productivos del ecosistema templado en México. Se inició con la búsqueda de información científica sobre monitoreo y métodos de medición, y utilizando criterios de calidad, simplicidad, periodicidad y menor costo se desarrolló la metodología, para su posterior validación. La metodología evalúa diversidad arbórea, arbustiva, herbácea, hongos y regeneración natural bajo diferentes escenarios silvícolas y ecológicos. Las parcelas se establecen en modalidad de ensayo experimental o por grupo de parcelas. Las parcelas consisten en: sitio de 1000 m² (para árboles y arbustos con diámetro normal mayor a 7.5 cm y hongos), subsitio de 25 m² (para renuevo arbóreo y arbustivo) y tres subsitios de 1 m² (para estrato herbáceo). La información tomada en campo permite determinar variables dasométricas (área basal, volumen, cobertura, etc.), calcular índices de diversidad alfa y beta, índice de valor de importancia, estructura, abundancia y composición del componente arbóreo, arbustivo y herbáceo, lo que permite generar una línea base del servicio y determinar los cambios derivados de aplicar silvicultura. La metodología fue validada de 2016 a 2020, con el establecimiento de 12 parcelas en ensayo experimental (cortas de selección, remoción del 0%, 30%, 60% y 100%) y 45 parcelas en grupo de parcelas (diferentes áreas basales, productividad), ubicados en Durango, México.

Palabras clave: servicios ecosistémico, diversidad vegetal, bosque templado.

PERDIDAS POR INTERCEPCIÓN DE LLUVIA DEL DOSEL ARBÓREO DE BOSQUES EN PUEBLO NUEVO, DURANGO

Tilo Gustavo Domínguez Gómez^{1*}, Cristiam Hernández Manzanarez², Sarely Vicente Juan², José Javier Corral-Rivas³, Elmer Bernal Cruz², José Salvador González Quiñones², José Adolfo Sifuentes Huizar⁴

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango/Instituto Tecnológico de El Salto

² Instituto Tecnológico de El Salto

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

⁴ Instituto Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: gustavo_dguezg@hotmail.com

La intercepción de las precipitaciones por la vegetación es un componente del ciclo hidrológico muy importante. El objetivo de esta investigación fue evaluar la redistribución de las precipitaciones vía: precipitación incidente, directa, escurrimiento fustal, pluviolavado y las pérdidas por intercepción de *Pinus teocote* y *Arbutus bicolor* en el ejido Adolfo Ruíz Cortines, Pueblo Nuevo, Durango. Se estableció una parcela de 2500 m². Para medir la precipitación incidente y directa se utilizaron cuatro canaletas por especie, y el escurrimiento fustal, mangueras y conos de plástico adheridos al fuste. El análisis de 30 eventos de lluvia, entre los meses de mayo a diciembre del 2018, sumaron un total de 856.25 mm de lluvia. Los resultados para *P. teocote* y *A. bicolor* para la precipitación directa fueron de 89.5 y 88.58 %, respectivamente; el escurrimiento fustal de 0.39 % para *P. teocote* a 1.54 % en *A. bicolor*. Las pérdidas por intercepción el 10.11 % para *P. teocote* y 9.88 % *A. bicolor*. El valor del pH en la precipitación incidente fue igual a 5.9, en la precipitación directa en *P. teocote* 5.0 y en *A. bicolor* 5.6, el escurrimiento fustal de *P. teocote* fue de 4.1 y para *A. bicolor* fue de 5.9. La conductividad eléctrica mostro valores de 26.29 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en la precipitación incidente, 32.11 $\mu\text{S cm}^{-1}$ la precipitación directa y el escurrimiento fustal de 81.76 $\mu\text{S cm}^{-1}$. La estructura de la cubierta vegetal y las características de las precipitaciones influye en la cantidad de agua que llega al suelo.

Palabras clave: dosel, intercepción, pluviolavado, precipitaciones.

POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE *Pinus pinceana* EN TAMAULIPAS

Saida Lucero Contreras-Mata^{1*}, Claudia Cecilia Astudillo-Sánchez¹, Eduardo Alanís-Rodríguez², Arturo Mora-Olivo¹, Jacinto Treviño-Carreón¹

¹ Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

*Autor para correspondencia: lucerocontreras06@gmail.com

Pinus pinceana es un pino piñonero que se distribuye restringidamente en la Sierra Madre Oriental, en ambientes semiáridos de temperaturas extremas, razones que lo posicionan dentro de la NOM 059, en la categoría de peligro de extinción. El objetivo del estudio fue evaluar el potencial dendrocronológico de *Pinus pinceana* en Tamaulipas, México para registrar en sus anillos de crecimiento la variabilidad climática. Se utilizaron técnicas y programas dendrocronológicos como COFECHA y ARSTAN para la medición de los anillos de crecimiento y su transformación a índices de ancho de anillo adimensionales para definir el potencial dendrocronológico y relacionar el crecimiento de los árboles con datos de precipitación. Se demostró el potencial dendrocronológico alto de *Pinus pinceana* que sustenta una cronología de ancho de anillo total que comprende el periodo 1867-2019 (153 años). Sin embargo, este pino piñonero es menos sensible frente a los ejemplares de la misma especie que crecen en el centro y norte de México y *Pinus nelsonii* y *P. cembroides* que se desarrollan en Tamaulipas, pero es más sensible comparado con *Pinus cembroides* que crece en Guanajuato y Tlaxcala. El estudio demuestra la capacidad de *P. pinceana* para registrar en sus anillos de crecimiento una variabilidad en el grosor de los anillos anuales como respuesta a la cantidad de lluvia que precipita en el sitio donde se desarrolla, lo cual posibilita realizar una reconstrucción de precipitación.

Palabras clave: anillos de árboles, pinos piñoneros, variabilidad climática.

PRECIPITACIÓN HISTÓRICA DE TAMAULIPAS RECONSTRUIDA CON ANILLOS DE CRECIMIENTO DE *Pinus pinceana*

Rodolfo Alejandro Barrón-García^{1*}, Claudia Cecilia Astudillo-Sánchez¹, José Villanueva-Díaz², Arturo Mora-Olivo¹, Jacinto Treviño-Carreón¹

¹ Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

*Autor para correspondencia: alex-bgk@hotmail.com

El conocimiento histórico del clima es fundamental para analizar su variabilidad en el tiempo, así como su impacto sobre los ecosistemas naturales y la sociedad. Por tal razón, en este trabajo se analizó el crecimiento radial del piñonero llorón (*Pinus pinceana*) para reconstruir la variabilidad histórica de la precipitación de Tamaulipas, México. A través de la extracción de núcleos de crecimiento y técnicas dendrocronológicas, se fechó el crecimiento anual de 124 muestras de *P. pinceana* para desarrollar una cronología de ancho de anillo de 153 años (1867-2019). El periodo adecuado para realizar una reconstrucción climática se extiende desde 1876 hasta 2018 (143 años). Con base en el análisis de una función de respuesta, se determinó que la precipitación verano-verano (agosto-julio) influyó significativamente en el crecimiento radial del piñonero llorón ($r = 0.82$, $p < 0.001$). En la reconstrucción se presentan años húmedos y secos. Sin embargo, las sequías destacan por su impacto socioeconómico. Por ejemplo, la sequía de 1876 provocó la carencia de granos básicos, la de 1953 ocasionó una migración masiva debido a la falta de alimento y pérdida de cosechas. En los años húmedos destacan 1934 y 2015 por haber presentado la mayor cantidad de lluvia de acuerdo con el servicio meteorológico nacional. La precipitación reconstruida muestra una variabilidad de periodos húmedos y secos, proporcionando información que podría contribuir a una mejor planificación del recurso hídrico, así como ser aplicada en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la conservación de bosques, zonas templadas, regiones áridas y semiáridas.

Palabras clave: anillos de árboles, piñonero llorón, reconstrucción climática, sequías.

PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN SUELO VERTISOL BAJO DOS USOS DE SUELO EN LINARES, NUEVO LEÓN.

Jorge Alexis Luna Robles^{1*}, Israel Cantú Silva¹, Erik Orlando Luna Robles², Humberto González Rodríguez¹, Andrés Eduardo Estrada Castellón¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

² Tecnm- Instituto Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: choche.28@hotmail.com

El suelo posee propiedades consideradas indicadoras de la calidad del mismo que interactúan entre sí, por ende, cualquier desbalance repercute sobre su condición. Mundialmente el cambio de uso de suelo es considerado como protagonista de la degradación del suelo, debido a las prácticas implementadas para maximizar la producción. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del cambio de uso de suelo de matorral a pastizal sobre las propiedades químicas de un Vertisol. Por uso de suelo se colectaron 4 muestras compuestas del suelo a 5 profundidades determinándoseles el contenido de carbono orgánico (Walkley y Black), pH y conductividad eléctrica (CE) (pH-metro-conductivímetro). Para detectar diferencias significativas entre usos de suelo se aplicó una prueba t de Student y entre profundidades se realizó un ANOVA con pruebas de Tukey. Los resultados de las propiedades no presentaron diferencias significativas entre usos de suelo. Sin embargo, el comportamiento entre los diferentes intervalos profundidad fue variable en cada uso de suelo. El contenido de carbono orgánico promedio para matorral y pastizal fue 2.62% y 2.42% respectivamente, el pH para ambos usos fue considerado como medianamente alcalino (7.45). La CE media para Matorral y pastizal fue de 73.7 y 74.1 micro-siemens. Entre profundidades el carbono orgánico osciló de 1% a 4.7% (matorral) y de 1.1% a 5.1% (pastizal). La nula existencia de diferencias entre usos de suelo puede ser atribuida a posibles prácticas de manejo en el uso de pastizal como control de la capacidad de carga, rotación de ganado y acumulación de estiércol.

Palabras clave: carbono, ph, conductividad electrica, matorral, pastizal.

RECONSTRUCCIÓN DE TEMPERATURA PARA EL CENTRO DE CHIHUAHUA, MÉXICO CON ANILLOS DE CRECIMIENTO

Aldo Rafael Martínez Sifuentes^{1*}, José Villanueva Díaz¹, Nuria Aide López Hernández¹, Juan Estrada ávalos¹, Ramón Trucíos Caciano¹

¹ INIFAP CENID RASPA

*Autor para correspondencia: im_aldo09@hotmail.com

Los registros climáticos a largo plazo son esenciales para comprender el cambio climático en el pasado y sus fuerzas motrices, lo que podría aportar información para adaptarse al cambio climático en el futuro. El objetivo del presente estudio fue generar una reconstrucción de temperatura para el centro de Chihuahua con base a anillos de crecimiento anual. Se descargaron cronologías ubicadas en la zona de estudio del portal de NOAA e información de temperatura del modelo NLDAS-2. Se determinó la función de respuesta por correlación y se generó un modelo. Se identificaron periodos extremos de la reconstrucción con base a periodos fuera del percentil 95. Se reconstruyó la temperatura desde 1775 a 2022 y se identificaron como años más cálidos 1775, 1801, 1805, 1860, 1892-1894, 1951, 1953-1954 y 2011-2012. Se logró reconstruir la temperatura mediante anillos anuales de crecimiento, la cual, puede estar influenciada por fenómenos océano-atmósfera.

Palabras clave: cambio climático, datos asimilados, madera temprana, multianual, pino, regresión.

AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS CON PRÁCTICAS SILVOPASTORILES

Karely Alejandra García Pulido^{1*}, José Israel Yerena Yamalle¹, José Isidro Uvalle Saucedo¹, Eduardo Alanís Rodríguez¹, José Manuel Mata Balderas¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales

*Autor para correspondencia: karely_gapu01@outlook.com

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son la opción de producción animal en la que se combina el ganado con pastos, árboles y arbustos en una mutua interacción y dentro del cual no solo el ganado obtiene beneficios si no, que podemos obtener más de un recurso de estos, teniendo resultados a corto, mediano y largo plazo; para demostrar esto, se realizó una plantación de especies arbóreas para incrementar la productividad de los suelos en un predio del ejido La Reforma perteneciente al municipio de Linares N.L., tomando datos cada dos meses de crecimiento, aumento en volumen y biomasa del sitio; determinando por medio de análisis estadísticos básicos cuales son las especies más adecuadas para establecer dentro de un SSP; se establecieron dos especies arbóreas (*Prosopis glandulosa*, y *Ebenopsis ebano*) y dos arbustivas (*Senegalia berlandieri* y *Cordia boissieri*) con el objetivo de comparar el crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas entre sí y el desarrollo en interacción con las especies arbustivas. La especie *Ebenopsis ebano* presentó mejor desarrollo en comparación con *Prosopis glandulosa*, con un promedio de 72.36 cm en comparación con la especie *Prosopis glandulosa* la cual presentó un promedio de 45.5 cm, de igual manera se evaluó la preferencia de consumo de las especies arbustivas, teniendo como resultado un 24.6% y un 20% para la especie *Cordia boissieri* y *Senegalia berlandieri* respectivamente.

Palabras clave: sistema silvopastoril, especies arbóreas y arbustivas, preferencia de consumo

CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO REMOVIDO EN BOSQUES Y OTROS USOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL, COSTA RICA

Henry Mauricio Sánchez Toruño^{1*}, Isaac Mesen Montano¹, William Montero Flores¹, Gustavo Hernández Sánchez¹, Pablo Marroquín Morales²

¹ Universidad Nacional

² Universidad Autónoma de Chiapas

*Autor para correspondencia: henry.sanchez.toruno@una.cr

Este estudio se realizó con el fin de medir las parcelas permanentes establecidas y los árboles censados en las áreas verdes y jardines de los diferentes campus según sistema de monitoreo y así determinar las diferencias anuales de stock de carbono, para ello se incluyó 71,7 ha de bosques secundarios propiedad de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), definidas para reportar las remociones reales de dichos sumideros, en estos ecosistemas se encuentran establecidas 32 parcelas rectangulares permanentes de 500 m² y 3 de 400 m², en ellas se registró todos los individuos con diámetro > 10 cm (DAP), donde no existe cobertura boscosa se censaron 5425 árboles con diámetro >10 cm (DAP). El inventario realizado permitió estimar toda la biomasa arbórea arriba del suelo del ecosistema y la subterránea (raíces). El muestreo fue aleatorio con una intensidad promedio de 3,6% en promedio para 6 propiedades con cobertura boscosa (Sede Nicoya, Sede Liberia, Estación Punta Morales, Finca La Palmira, Finca Villa Ligia y Sede Pérez Zeledón). Las remociones reales de CO₂ equivalentes del período 2021-2022 fueron 2515,9 Mg, este dato fue reportado por la organización con las ecuaciones de carbono definidas para el año de inventario del 2022. Se logró depurar y revisar la información del proceso que comprende la primer y segunda medición, esto como parte de la mejora en la gestión de los datos, y la gestión integral del recurso forestal y arbóreo, con el fin de mejorar los incrementos en remoción de CO₂ anuales.

Palabras clave: carbono neutralidad, cobertura arbórea, stock de carbono, parcelas permanentes, remociones.

DETERMINING AN APPROPRIATE SAMPLING SIZE FOR CARBON FOREST PROJECTS TO ACHIEVE THE DESIRED SAMPLING ERROR

Geronimo Quiñonez-Barraza^{1*}

¹ Campo Experimental Valle del Guadiana, Centro de Investigación Norte-centro del INIFAP

*Autor para correspondencia: gero2723@hotmail.com

The carbon forest projects are an important element in improved forest management (IFM). Carbon offsets serve as a mechanism to counteract greenhouse gas emissions and reduce the impacts of climate change. In Mexico, carbon forest projects have been established in alignment with the Mexican Forest Protocol, which was developed by the Climate Action Reserve. The size of the sampling plays a critical role in accurately estimating the carbon dioxide baseline. Following the rules of random sampling design for an activity area of 28,597 ha, seven sampling sizes were tested and evaluated. The sampling sizes were 100, 200, 300, 400, 500, 600, and 700 circular plots of 400 square meters in size. The sampling error was calculated for each sampling size, and subsequently, the carbon dioxide baseline was determined. The maximum carbon baseline (9,300,447.28 t CO₂) was determined with sampling size of 100 plots and the minimum (8,280,531.54 t CO₂) with 600 plots. A sampling error lower than 5% and a confidence level of 90% were attained with 400 plots, while the sampling error for 700 plots was 3.46%. To achieve a sampling error below 5% at a 90% confidence level, 500 plots were found to be sufficient. By employing a random sampling design, it becomes feasible to achieve a low sampling error with a relatively small sampling size.

Keywords: carbon dioxide, inventory, sampling error, carbon forest projects, carbon offsets.

ESTIMACIÓN DEL CARBONO AÉREO FORESTAL EN EL TECNOLÓGICO DE MONTERREY A NIVEL NACIONAL: UNA RUTA HACIA LA NEUTRALIDAD DE CARBONO

René A. Gómez Rodríguez¹, Mario G. Manzano Camarillo¹, Mariana Monterde Gamba¹, Martín A. Pedraza Pohlenz¹, Fabiola Rojas García^{2*}, Martín C. Sánchez Gutiérrez¹

¹ Tecnológico de Monterrey

² Universidad Rosario Castellanos

*Autor para correspondencia: fabiosxto1981@gmail.com

El Tecnológico de Monterrey ha medido las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con sus operaciones a nivel institucional desde el 2015, como esfuerzo para el cumplimiento de las metas de su Plan de Sostenibilidad y Cambio Climático 2025. Durante 2021 se emitieron 32,673 toneladas de CO₂eq, bajo restricciones sanitarias asociadas a COVID. Con el objetivo de contribuir con la observancia de su propio Plan se estimó el carbono asociado a la biomasa aérea forestal de las áreas arboladas y reservas de bosque natural de todos los campus de la institución a nivel nacional. Se realizó un censo del arbolado presente en las áreas bajo estudio. Se registró la geoposición de cada individuo en coordenadas UTM, nombre científico, nombre común, diámetro normal (DN, cm), altura total (HT, m), y condición del árbol. Se utilizaron ecuaciones alométricas específicas para estimar la biomasa de los individuos registrados en el censo. Para las especies que no contaban con ecuación de biomasa, el cálculo se realizó de conformidad con árbol de decisión de la Guía de Buenas Prácticas del IPCC, 2003. Se encontró que en las 226.77 ha de áreas verdes del Tecnológico de Monterrey se almacenan 14,550.93 Mg, que corresponden a 7,160.83 MgC. El presente estudio destaca el papel de las áreas verdes urbanas del Tecnológico de Monterrey no solo como espacios ornamentales, sino también en la mitigación del calentamiento global a nivel local y alcanzar la meta de neutralidad de emisiones de la institución para el año 2040.

Palabras clave: biomasa, almacenamiento de carbono, áreas verdes urbanas, censo forestal, cédula de operación anual.

EVALUACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO EN UN SISTEMA AGROFORESTAL DE CAFÉ EN CHIAPAS, MÉXICO.

Pablo Marroquin Morales^{1*}, Javier Jimenez Perez¹, Romeo de Jesus Barrios Calderón², Bernardo Lopez Lopez³, Dorian de Jesús Pimienta de la Torre², Jorge Reyes Reyes², Henry Sanchez Toruño⁴

¹ UANL

² UNACH

³ Universidad Intercultural de Guerrero

⁴ Universidad Nacional de Costa Rica

*Autor para correspondencia: marroquin_34@hotmail.com

El sistema agroforestal café (SAFC) es de suma importancia para los productores de la zona Sierra Madre de Chiapas, debido a que tienen ingresos económicos por la venta de este cultivo, así mismo obtienen beneficios como; madera, leña, frutos, entre otros. El SAFC también conserva la biodiversidad, el suelo y son considerados como un potencial para disminuir el bióxido de carbono. El objetivo del presente estudio fue estimar el carbono y bióxido de carbono en un sistema agroforestal café en dos gradientes altitudinales. Para determinar la biomasa en cada una de las especies registradas en el SAFC, se estimaron a través de ecuaciones alométricas, en relación con el carbono almacenado se estimó mediante la multiplicación de biomasa por la fracción de carbono correspondiente de cada especie, posteriormente se determinó el bióxido de carbono. En el almacenamiento de carbono y el bióxido de carbono por estratos del SAF café se comparó como poblaciones independientes a través de una prueba de t Student para verificar la diferencia significativa entre altitudes. Los resultados indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en la estimación de carbono y bióxido de carbono en ambas altitudes. En una altitud de 1 200 msnm el SAFC almacenan 92.74 ton C ha⁻¹ y 340.37 ton CO₂ ha⁻¹, pero en una elevación de 1 500 msnm reportan 78.34 ton C ha⁻¹ y 287.52 ton CO₂ ha⁻¹. Los cafetales en Chiapas son potencialmente sumideros de carbono, de esta manera los productores pudieran ser beneficiados económicamente por conservar estos SAFC.

Palabras clave: altitud, bióxido de carbono, café, carbono, sistema agroforestal.

AZÚCARES TOTALES SOLUBLES EN ÓRGANOS DE *Pinus cembroides* CON ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS.

Jesús Gerardo Muñoz Zavala¹, Edwin Amir Briceño Contreras^{2*}, Luis Manuel Valenzuela Nuñez³, Dalia Ivette Carrillo Moreno¹, Viridiana Contreras Villarreal¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

² Instituto Tecnológico Superior de Lerdo

³ Universidad Juárez del Estado de Durango

*Autor para correspondencia: edwinamir320@gmail.com

A nivel mundial, México alberga una gran riqueza de pinos. Los bosques se encuentran amenazados debido al cambio de uso de suelo, incendios, turismo y tala. El conocimiento de los carbohidratos en árboles que habitan en bosques aun es limitado debido a la falta de investigación en diferentes especies. El objetivo fue evaluar la concentración de azúcares totales solubles (ATS) en raíz, tronco y hoja, en un bosque en Cuencamé, Durango. Se muestrearon tres árboles de pino en tres sitios completamente al azar; en verano (septiembre 2022) e invierno (enero 2023): la Presa, (actividades de pastoreo), la Virgen (actividades de turismo) y la Garruña (mínima perturbación). Se tomaron muestras de tronco, raíz y hoja, se determinó la concentración de azúcares totales por el método de la antrona. Los resultados muestran diferencias en concentración de azúcares en la raíz ($F=8.609$, g. l. = 2, $p=0.017$), el sitio sometido a pastoreo presentó la mayor concentración de azúcares en la raíz ($X=2.13$ mg /g MS), mientras que en el sitio con turismo y con mínima perturbación presentaron concentraciones menores ($X=1.086$ y 1.060 mg /g MS respectivamente). Por lo que se concluye que esto está relacionado como una respuesta al estrés por el pastoreo en los árboles de este sitio.

Palabras clave: carbohidratos, perturbación, turismo, pastoreo.

IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES BIOLÓGICOS POTENCIALES EN UN ÁREA MULTIPROPÓSITO EN REYNOSA, TAMAULIPAS

Maria Cristina Tienda Almanza^{1*}, José Israel Yerena Yamalle¹, Eduardo Alanís Rodríguez¹, Luis Gerardo Cuellar Rodríguez¹, José Manuel Mata Balderas²

¹ Facultad de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Nuevo León

² Gestión Estratégica y Manejo Ambiental SC

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

Uno de los métodos más comunes para mitigar los efectos negativos de la fragmentación del paisaje, es el desarrollo de corredores biológicos para mejorar la conectividad ecológica del paisaje. En este estudio se desarrolló una modelación de hábitat y corredores potenciales para el Lince rojo (*Lynx rufus*) en un área multipropósito en Reynosa, Tamaulipas, con el objetivo de identificar y promover la viabilidad de dispersión a largo plazo. Se establecieron 30 estaciones de monitoreo en campo, para obtener datos de densidad y de vegetación. Se utilizó el programa estadístico MaxEnt para la determinación de la distribución potencial del lince, y el software ArcGIS para la modelación de los corredores en base al modelo de rutas de menor costo, que evalúa las posibles rutas, en función del costo acumulativo del movimiento de la especie. Se obtuvo un total de 634 capturas fotográficas identificables para los 29 individuos registrados durante dos años de monitoreo, se identificó que el hábitat potencial con valores de 85-100% se concentra en zonas con alta cobertura vegetal, mientras que en zonas de transición al uso de pastizal / agricultura las probabilidades bajan de un 0-23%. Los resultados indican que existen corredores potenciales que permiten mejorar la conectividad, pero que existen zonas potenciales más aisladas que otras. Se concluye que los corredores, en un tipo de vegetación secundaria del matorral son de gran importancia para que continúe el desarrollo de la especie, en especial en zonas donde la cobertura vegetal es más reducida.

Palabras clave: conectividad ecológica, MaxEnt, *Lynx rufus*, costo acumulativo, ARCGIS.

ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN SEMILLA DE *Crescentia alata* KUNTH, ETNOBOTÁNICA Y USOS EN AMATEPEC, ESTADO DE MÉXICO

Ricardo Telles Antonio^{1*}, Paulina Jiménez Quintana², Eymi Jazmín Serrano Benítez¹,
María Fernanda Monroy Cordoso¹, Dora Alicia Garcia Garcia³

¹ Universidad Mexiquense del Bicentenario

² Universidad Autónoma de Nuevo León

³ INIFAP

*Autor para correspondencia: ricardo.telles@umb.mx

Los objetivos fueron determinar la acumulación de metales pesados en semillas de *Crescentia alata* Kunth, y aplicar encuestas etnobotánicas para conocer los usos tradicionales de la especie. La investigación se realizó en Barranca de Esmeraldas, Amatepec, Estado de México. A través de un muestreo dirigido se identificaron seis árboles, se recolectaron frutos, se apartó la semilla de los tejidos para obtener una muestra compuesta de 500 g. La determinación de metales pesados se realizó con base en la NOM-117-SSA1-1994. Se aplicaron 59 encuestas estructuradas. Se colectaron 62 frutos, el peso fue de 17.63 kg, se consiguieron 532 g de semillas. Las semillas mostraron la presencia de Cadmio con 1.60 mg/100 g se clasifica como alto; en la zona se emplean todos los componentes de la especie para uso medicinal 52.54% y para uso alimenticio 13.56%. *C. alata* muestra capacidad de absorber, almacenar y traslocar Cadmio.

Palabras clave: cadmio, *crescentia alata kunth*, fitorremediación, selva baja caducifolia, usos tradicionales.

ALTERACIÓN DE SEMILLAS DEL SUELO EN UN ECOSISTEMA NATIVO DE *Eucalyptus*, POR ESPECIES EXÓTICAS

Benjamín Villa Castillo^{1*}

¹ INIFAP

*Autor para correspondencia: castillovillab@outlook.com

La destrucción del hábitat es la primera causa de pérdida de la biodiversidad, siendo la segunda la introducción de especies; factores provocados inicialmente por los humanos. Se ejemplifica el impacto de *Paspalum* exótico e invasor sobre el banco de semillas en el suelo y después de técnicas de restauración en Australia (reducción de copa, quemas controladas, subsoleo, herbicida y cercado). La colecta del suelo se realizó en cuadrantes de 25 x 25 cm, profundidad de 3 cm, secados a 40 °C, dispersión de los agregados del suelo, flotación de la materia orgánica, tamizado y secado. La separación de las semillas fue manual con un microscopio, se determinó la densidad y germinación (m²). Se identificaron las semillas de *Paspalum*, pero no las de otras semillas por la carencia de guías de identificación. El análisis estadístico fue un diseño “split plot”. Se encontró que el promedio de densidad de semillas de *Paspalum* fue de $27\ 040 \pm 3728$ m² y el de otras especies fue de 2380 ± 553 m². El promedio de germinación de semillas de *Paspalum* fue de 140 ± 17 m² y de otras especies de 263 ± 77 m². Interacciones significativas fueron detectadas entre los tratamientos aplicados. La destrucción de ecosistemas forestales nativos y la introducción de este pasto, deterioran el banco de semillas en el suelo de especies nativas y otros factores ecosistémicos; que dificulta la restauración del ecosistema y su biodiversidad. Este experimento indica el rol de la restauración ecológica para la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: Semillas, Suelo, *Eucalyptus*, *Paspalum*.

ANÁLISIS DE CONOS, SEMILLAS Y DENSIDAD DE SIEMBRA DE *Pinus pinceana* (GORDON), UNA ESPECIE MEXICANA EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

Diana Nuñez Rodríguez^{1*}, Efraín R. Angeles-Cervantes¹

¹ UNAM Fes Zaragoza

*Autor para correspondencia: boliskitzi29@gmail.com

Pinus pinceana es una especie en peligro de extinción (P) y sujeta a protección por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Sus poblaciones están muy fragmentadas, con pocos individuos y una baja regeneración desconociendo sus causas. Por ello, se tienen los siguientes objetivos: a) Determinar las características morfológicas de los conos; b) Relacionar la morfología de los conos con la cantidad de semillas producidas; c) Evaluar el porcentaje de semillas vanas, llenas y viables; d) Evaluar el efecto de la densidad de siembra (una - 20) de semillas sobre el porcentaje de emergencia y supervivencia de plántulas. Método. Se colectaron conos y semillas de *P. pinceana*, en El Arenalito, municipio Cardonal, Hidalgo. Se registró la morfología y número de semillas por cono. Se realizaron pruebas de germinación a diferentes densidades y se evaluó la emergencia y supervivencia de plántulas. Resultados. Los conos de *P. pinceana* presentan una morfología variable entre años y a mayor longitud mayor número de semillas por cono (3 a 34). Las semillas de *P. pinceana* mostraron más del 99 % de semilla vana, y el resto es de semilla llena. La presencia de lluvias durante la polinización (primavera) genera semillas vanas. Las semillas de *P. pinceana* llenas, sanas y sembradas de forma individual presentan una velocidad de germinación de 35 días y 0.70 % de emergencia. La óptima densidad de siembra de semillas de *P. pinceana*, es de 10 a 15 semillas, para obtener un mayor porcentaje de supervivencia de plantas vigorosas para su restauración.

Palabras clave: piñonero, piñón largo, densidad de siembra, pino, semillas vanas.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD-ABUNDANCIA EN DOS COMUNIDADES FORESTALES DEL SUR DE CHIHUAHUA, MÉXICO

José de Jesús Graciano Luna^{1*}, Ulises Fraile Flores², Miriam Caro Palma², José Guadalupe Colin², José Encarnación Luján Soto²

¹ Facultad de Ciencias Forestales (UANL)

² Tecnológico de El Salto

*Autor para correspondencia: jose.gl@salto.tecnm.mx

El trabajo consistió en analizar la diversidad-abundancia de las especies arbóreas de dos comunidades forestales del sur del estado de Chihuahua, México. Se determinó la riqueza de especies por comunidad, se analizaron índices de abundancia proporcional, se estimó la asociación entre especies a través de índices de similitud. Se obtuvo también el valor de importancia y la distribución espacial de las especies arbóreas. El estudio se realizó en los predios; Las Luchas y San Julián. Se utilizaron 327 sitios de 1000 m² de superficie, a los que se les aplicaron y ajustaron índices para medir la riqueza, la abundancia proporcional y la similitud entre las comunidades. Los resultados muestran que la diversidad existente entre las comunidades Las Luchas y San Julián es similar ya que son áreas en donde la vegetación predominante es pino-encino. Los índices de diversidad alfa muestran una idea de la dinámica poblacional de las localidades estudiadas de acuerdo a su diversidad arbórea. En las curvas de rarefacción se observa que entre mayor sea el número de sitios muestreados mayor será la cantidad de especies esperadas a encontrar. Los índices de similitud demostraron que los dos predios son similares en cuanto a diversidad, las tablas de contingencia demostraron que las especies se asocian positivamente. Las especies de mayor importancia ecológica para ambos predios fue el *Pinus arizonica* y el *Pinus durangensis*. El método de Cox mostro que la estructura de las especies presentes en ambas localidades estudiadas es en grupos o pequeños manchones.

Palabras clave: índices de biodiversidad, valor de importancia ecológico, *Pinus arizónica*, *Pinus durangensis*.

ÁRBOLES LONGEVOS DE MICHOACÁN: *Pinus rzedowskii* MADRIGAL ET CABALLERO UNA ESPECIE ENDÉMICA DE LA SIERRA DE COALCOMÁN

Ulises Manzanilla Quiñones^{1*}, Patricia Delgado Valerio¹, Teodoro Carlón Allende¹, Agustín Molina Sánchez¹, Jesús Herrera Basurto¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

*Autor para correspondencia: ulises.manzanilla@umich.mx

Las coníferas representan un grupo de plantas de importancia ecológica-económica para la humanidad. En este orden se encuentran ejemplares milenarios de los géneros *Picea*, *Taxodium* y *Sequoia*. En México, los árboles más longevos corresponden a *Taxodium mucronatum*. Mientras que para Michoacán lo es *Pinus hartwegii*. El objetivo de este estudio fue estimar la edad de *P. rzedowskii* mediante la aplicación de técnicas dendrocronológicas, así como determinar la tendencia histórica del crecimiento radial anual. Se realizó un muestreo dendrocronológico selectivo con 22 árboles, a los cuales se les extrajeron tres núcleos de crecimiento con ayuda de un taladro de Pressler. Se efectuaron mediciones del diámetro normal. Las muestras fueron analizadas mediante técnicas dendrocronológicas y medidas. La calidad del fechado fue verificada en COFECHA y se generaron series de crecimiento con el uso de ARSTAN. La estimación de edad de *P. rzedowskii* se efectuó por medio del método Applequist y verificada a través de una correlación-diámetro. Se fecharon 45 muestras ($r= 0.403$, $p<0.01$) para 1729-2021. La aplicación del método Applequist permitió estimar edades de 849 años (1172-2021), las cuales fueron corroboradas por medio de un análisis de correlación entre diámetro y edad estimada ($r= 0.93$, $p<0.01$) lo que indica que las estimaciones son confiables. La tendencia en el crecimiento radial (>85%) fue de tipo lineal negativa (1861-2021, $R^2= 0.448$) lo que indica que el crecimiento disminuye a través del tiempo. Se encontró la especie de pino más longeva del estado, con edades fechadas de 292 y estimadas de 849 años.

Palabras clave: dendrocronología, anillos de crecimiento, crecimiento radial, conservación, manejo forestal.

ASOCIACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES Y LA DINÁMICA DE AZÚCARES SOLUBLES TOTALES EN ÁRBOLES URBANOS DE NOGAL

Ernesto Concilco Alberto¹, Luis Manuel Valenzuela Nunez^{2*}, Mario Garcia Carrillo¹, Edwin Amir Briceño Contreras³, Jose Antonio Hernandez Herrera¹

¹ Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro

² Universidad Juarez del Estado de Durango

³ Instituto Tecnológico Superior de Lerdo

*Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

Una de las estrategias más trascendentales de los árboles urbanos para sobrevivir ante situaciones adversas, es el almacenamiento y uso subsecuente de los azúcares totales solubles (AST). El ambiente es un complejo de factores que pueden comportarse de maneras distintas en un lapso de tiempo. El objetivo de este estudio fue conocer el impacto de los factores ambientales sobre las concentraciones de AST en raíces y troncos de árboles urbanos de nogal pecanero durante un año. El estudio se llevó a cabo en huertas urbanas de Torreón, Coahuila, México. Las muestras se obtuvieron mediante un procedimiento sistematizado, se les determinó el contenido de AST mediante espectrofotometría. Los datos ambientales fueron obtenidos de una estación meteorológica. Fueron evaluadas las variables de concentración de AST en raíz y tronco en las variedades Wichita y Western Schley durante cada mes del ciclo productivo 2016-2017. Para el análisis estadístico una prueba de ANOVA fue realizada y un análisis de regresión ($p=0.05$). Se encontró diferencia estadística significativa para más de un factor sobre las variables consideradas en el estudio. Los factores ambientales tienen influencia sobre los reservorios de AST en los árboles de nogal, podrá ser distinto entre variedades; la temperatura es el factor con mayor influencia sobre dichos reservorios.

Palabras clave: carbohidratos, *carya illinoensis*, factores ambientales, nogal, órganos perennes.

CAMBIO DE USO DE SUELO EN UN BOSQUE DE PINO PIÑONERO EN DURANGO, MÉXICO

Luis Manuel Valenzuela Nuñez¹, Edwin Amir Briceño Contreras^{2*}, Cristina García de la Peña¹, Antonio Gallegos Islas⁴, Jesus Gerardo Munoz Zavala⁴, Jose Antonio Hernandez Herrera⁴

¹ Universidad Juarez del Estado de Durango

² Instituto Tecnológico Superior de Lerdo

⁴ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

*Autor para correspondencia: edwinamir320@gmail.com

México posee una elevada riqueza de taxones del género *Pinus*, albergando alrededor de 40% de las especies conocidas a nivel mundial. Las comunidades de piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que tienen impacto decisivo en la supervivencia de las comunidades rurales. Las superficies de estas comunidades se han reducido notablemente en los últimos años y varias de ellas se encuentran amenazadas o en peligro de desaparecer debido a perturbaciones antropogénicas y naturales. El objetivo fue analizar los cambios en cobertura vegetal y usos del suelo, con la finalidad de detectar áreas de afectación y pérdida de biodiversidad vegetal que sirvan como base para programas de manejo integral en Cuencame, Durango. Los resultados muestran que las mayores pérdidas de superficie se presentaron en pastizal natural con un cambio neto de 2,336.6 ha, seguido por el pastizal inducido con 442.27 ha. La diferencia entre la tasa de cambio de 1997 y 2021 fue estadísticamente significativa ($\chi^2 = 622.899$, g.l. = 5 $P < 0.001$). El pastizal natural presenta la mayor disminución, esta superficie pasó a agricultura lo que evidencia la presión ejercida por las actividades antropogénicas sobre las comunidades vegetales. El bosque presentó incrementos en su superficie sustituyendo a los pastizales, lo que puede inferirse como un proceso de sucesión natural.

Palabras clave: *Pinus Cembroides*, Cus, Efectos Antropogénicos.

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DEL ARBOLADO URBANO DE LINARES, MÉXICO

Eduardo Alanís Rodríguez^{1*}, Arturo Mora Olivo², Víctor Manuel Molina Guerra¹, Ana María Patiño Flores¹, José ángel Sigala Rodríguez³, Ernesto Rubio Camacho³

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

² Universidad Autónoma de Tamaulipas

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

*Autor para correspondencia: eduardoforestal@gmail.com

El arbolado urbano ofrece importantes servicios ambientales en las ciudades, razón por la cual su establecimiento y estudio se ha incrementado en los últimos años. En este trabajo se evaluó el cambio de la composición y diversidad del arbolado urbano en la ciudad de Linares, Nuevo León, México en un período de 26 años (1995-2021). Para esto se midió la altura y cobertura de copa, así como los índices de diversidad de Shannon y de similitud de Morisita-Horn. Se registraron 62 especies (22 nativas y 40 introducidas) pertenecientes a 56 géneros y 29 familias de árboles en todo el periodo evaluado. Las familias mejor representadas fueron *Fabaceae* con nueve especies, *Fagaceae*, *Oleaceae* y *Rutaceae* con cuatro y *Apocynaceae* y *Moraceae* con tres. Se observó un incremento en la densidad de árboles introducidos de 1995 a 1999, mientras que, en las últimas dos décadas, la densidad de especies nativas aumentó significativamente, como el caso de *Quercus fusiformis* y *Fraxinus udhei*. La mayor similitud de especies se registró en el periodo 1995-1999 (69.2%) con especies compartidas como las exóticas *Ficus benjamina* y *Ligustrum japonicum*. La flora arbórea actual en las áreas públicas de Linares, es probablemente el resultado de un mayor conocimiento de la ecología de las especies tanto nativas como introducidas por parte de la sociedad, así como de las instituciones académicas y gubernamentales de Linares, Nuevo León.

Palabras clave: árboles urbanos, especies nativas, especies introducidas, noreste de México.

CARACTERIZACIÓN EN DOS ZONAS DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE MÉXICO

Denisse Alejandra Soria Lozano^{1*}, José Isidro Uvalle Saucedo¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

*Autor para correspondencia: denisse_alejandra12@hotmail.com

El estudio tuvo como objetivo evaluar la composición y diversidad en dos zonas del Matorral Espinoso Tamaulipeco ubicadas en Villagrán, Tamaulipas y en Linares, Nuevo León. Se llevó a cabo un pre-muestreo para determinar el coeficiente de variación, estableciendo 12 sitios en cada localidad. Se establecieron sitios al azar de 100 m² para determinar la composición y diversidad de la vegetación del estrato alto y medio. Se realizó un censo a todas las especies presentes, se registraron las variables altura total, diámetro basal (d0.10 m mayor o igual a 1 cm) y diámetro de copa. Con los datos obtenidos, se estimaron las variables de abundancia, frecuencia, dominancia e Índice de Valor de Importancia (IVI). Para determinar la riqueza y la diversidad se utilizaron los índices de Margalef (DMg) y de Shannon-Wiener (H'). Se registraron 35 especies en el área de estudio ubicada en el municipio de Villagrán, Tamaulipas; y 31 especies localizadas en el municipio de Linares, Nuevo León. La familia con mayor riqueza fue Fabaceae. La especie que presentó el mayor índice de valor de Importancia en ambas localidades fue *Vachellia rigidula*. Se registraron valores de DMg= 5.49 y H'= 2.77 en Villagrán, y valores de DMg= 4.60 y H'= 2.70 en Linares. Para determinar la similitud entre las áreas se utilizó el índice de Jaccard y el de Sorensen, obteniendo valores de 0.571 y 0.727 respectivamente. Se aplicó la prueba U de Mann Whitney, demostrando que existen diferencias significativas en las variables altura y cobertura entre ambas localidades.

Palabras clave: diversidad de especies, índices de riqueza y diversidad, índice de valor de importancia.

**CONOCIMIENTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS
AMBIENTALES DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL EN EL EJIDO
PABLILLO, GALEANA, NUEVO LEÓN**

Alejandra González Limas^{1*}, Mauricio Cotera Correa¹, Wibke Himmelsbach¹, Andres Eduardo Estrada Castellón¹, Laura Magdalena Scott Morales¹, Yolanda Aguirre Platas¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

*Autor para correspondencia: alejandra_g198@hotmail.com

Los problemas ambientales generados por el ser humano, tales como la pérdida de biodiversidad, la extinción de especies y el cambio climático, han traído consigo una crisis ambiental y socio-ecológica a diversas escalas, afectando la funcionalidad de los ecosistemas y la salud humana. A través de la educación ambiental, se puede lograr cambios de comportamiento y actitudes positivas, así como adquirir nuevos conocimientos y fomentar el sentido de pertenencia en niños, niñas, jóvenes e incluso adultos. El objetivo de esta investigación fue evaluar los conocimientos acerca de la biodiversidad y los servicios ambientales entre estudiantes de quinto y sexto grado de primaria y los tres grados de secundaria, en el ejido forestal Pabillo, en Galeana, Nuevo León. El método consistió en recopilar información mediante una encuesta de preguntas abiertas y de opción múltiple. Para el análisis de los datos se utilizó la prueba estadística Chi-cuadrado con un nivel de confianza de 95%. Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes no reconocen el término biodiversidad; sin embargo, sí tienen conocimiento de la biodiversidad local presente en el ejido. Por otra parte, reconocen los servicios ambientales que el bosque provee, aunque solo una minoría conoce el concepto. En conclusión, los estudiantes conocen e identifican la biodiversidad y los servicios ambientales, pero carecen de conocimientos técnicos específicos. Es fundamental seguir fortaleciendo la educación ambiental para que los estudiantes adquieran un mayor entendimiento y compromiso hacia la conservación del entorno natural.

Palabras clave: educación ambiental, percepción, diversidad biológica, conservación, servicios ecosistémicos.

DIAGNÓSTICO DE CONSERVACIÓN DEL AREA NATURAL PROTEGIDA DE “UAYMIL” QUINTANA ROO MÉXICO, MEDIANTE ESTUDIO ESPACIOTEMPORAL

Coba Leider^{1*}, Ismael Patt-Ake², Pablo Martínez-Zurimendi², Ivan Oros-Ortega¹, Francisco Lopez-Toledo², Luis Alberto Lara-Pérez²

¹ Instituto Tecnológico de la Zona Maya

² El Colegio de la Frontera Zur

* Autor para correspondencia: leidercoba@gmail.com

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son espacios estratégicos para la preservación de ecosistemas y biodiversidad, como la flora y fauna. Actualmente estas áreas se encuentran amenazadas por diversos factores bióticos y abióticos que afectan el estado de conservación de los ecosistemas protegidos y su diversidad. Por lo que el estudio espacial-temporal constituye una herramienta metodológica clave para evaluar el estado de conservación. Mediante esta tecnología y el uso del Índice de Calidad del Ecosistema (IQE), el objetivo de este estudio fue evaluar el estado de conservación del área natural protegida de flora y fauna “Uaymil” en un periodo de 20 años (2003-2023), que tiene una superficie de 89,118.15 has. Para esto, se utilizaron imágenes satelitales MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) de diferentes años; los productos se procesaron, normalizaron, y por último se realizó el cálculo del IQE en Arcmap10.3; los resultados mostraron que (1) entre 2003-2023, la media de IQE fue aumentando de 0.20 a 0.27. (2) la cobertura de la categoría “muy alto” de IQE aumentó de 0.12% a 31.75%. Se concluye que, en un periodo de 20 años, hubo una mejora progresiva del estado de conservación de “Uaymil”, como ANP.

Palabras clave: estado de conservación, imagen satelital, modis, índice de calidad de ecosistema.

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL ACTUAL Y FUTURA DE LAS CONÍFERAS DEL ESTADO DE HIDALGO

Rafael Canales Pérez^{1*}, Sergio Hernández León², Edith Jiménez Muñoz³, Ramón Razo Zárate², Rodrigo Rodríguez Laguna², Oscar Arce Cervantes²

¹ Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

² Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

³ Escuela Superior de Apan, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

* Autor para correspondencia: ca263669@uaeh.edu.mx

Para finales del 2090 se proyecta que el hábitat climático adecuado en bosque de coníferas en el país se perderá en un 92% en el Eje Volcánico y un 85% en la Sierra Madre Oriental. El objetivo de este estudio fue elaborar mapas de distribución potencial actual y futura hacia el periodo 2040-2060 para las 25 especies de coníferas distribuidas de manera natural en el estado de Hidalgo. Se obtuvieron registros de presencia de herbarios, bases de datos en línea y muestreo en campo. Se usaron las variables bioclimáticas de WorldClim versión 2.1 para generar los modelos de distribución potencial con Maxent versión 3.4.1. Los mapas de distribución potencial se elaboraron en QGIS versión 3.26.1. Once especies aumentarán su área de idoneidad de acuerdo con las proyecciones del periodo 2041-2060, de las cuales *Abies guatemalensis* y *Pinus pinceana* aparecen “En peligro” de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la UICN, mientras que *Abies hidalgensis* y *Juniperus angosturana* como “Vulnerable” en la lista roja de la UICN. Diez especies disminuirán su superficie de idoneidad, entre ellas *Juniperus monticola*, *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, *Podocarpus matudae* y *Taxus globosa* actualmente en la categoría “Sujeta a protección especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010; en la lista roja de la UICN *Podocarpus matudae* aparece como “Vulnerable” y *Taxus globosa* como “En peligro”. Por lo anterior se requiere de planes y estrategias de conservación a largo plazo para las especies en categorías de riesgo que disminuirán su área de idoneidad.

Palabras clave: coníferas, idoneidad, proyección futura, registros de presencia, variables bioclimáticas.

DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN ARBOREA EN PAISAJE PRODUCTIVO DE BOSQUE TEMPLADO DE DURANGO, MÉXICO.

José Carlos Monárrez González^{1*}, Abner Efren Gurrola Gurrola¹, Ricardo Martínez Casas², Gustavo Perez Verdín², Manuel Antonio Galindo Reyes¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

² Instituto Politecnico Nacional

* Autor para correspondencia: monarrez.jose@inifap.gob.mx

Un reto importante de las prácticas silvícolas es la conservación de la diversidad arbórea, a la par de cumplir con los objetivos tradicionales del manejo forestal, como es la producción maderable. El objetivo fue evaluar la diversidad arbórea en un paisaje productivo de bosque templado en la región de Santiago Papasquiario, Durango, México. Para ello, se establecieron 24 parcelas de 1000 m² distribuidas por rango altitudinal. En ellas se midieron las variables: área basal, diámetro, altura, cobertura, volumen fustal y volumen total y se registró la especie. Se hicieron los cálculos dasométricos, se estimó el índice de valor de importancia (IVI) por especie y la diversidad alfa. Resultando un rango en área basal de los 10 a 35 m² ha⁻¹, un volumen fustal de 61 a 420 m³ ha⁻¹ y un volumen total de 74 a 620 m³ ha⁻¹. Se registraron 19 especies, pertenecientes a ocho géneros y siete familias. Las especies con mayor valor ecológico fueron *Pinus arizonica*, *Pinus leiophylla* y *Quercus sideroxyla*, con valores de IVI de 11 a 26.5%. La diversidad alfa fue media en riqueza específica (Riqueza de especies: 19 y Margalef: 1.88), mientras que la dominancia y equidad van de media a alta (Simpson: 0.79, Shannon-Wiener: 1.89). Al relacionar indicadores de diversidad con variables dasométricas, no se identificó una relación significativa entre ellos. Se concluye que el manejo forestal aplicado, particularmente la corta de regeneración de selección no reflejó cambios significativos en la diversidad arbórea de los bosques templados de la región de Santiago, Papasquiario, Durango, México.

Palabras clave: índice de valor de importancia, diversidad alfa, bosque templado.

DYNAMIC FOREST SITE CLASSIFICATION FOR SUPPORTING ADAPTIVE FOREST MANAGEMENT UNDER CLIMATE CHANGE

Roland Köck^{1*}, Harald Vacik¹, Manfred Lexer¹, Michael Kessler¹, Yasmin Dorfstetter¹, Gerfried Winkler², Heinz Lick³, Ralf Klosterhuber⁴, Klaus Katzensteiner¹, Josef Gadermaier¹, Herbert Formayer¹, Michael Englisch⁵, Franz Starlinger⁵, Judith Schaufler⁵, Klaus Klebinder⁵, Marcus Wilhelmy⁶

¹ University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

² University of Graz

³ Provincial Government of Styria, Styrian Forest Commission

⁴ Wald-landschaft-mensch, Planning Office

⁵ Austrian Research Centre for Forests

⁶ Alpecon Wilhelmy Geo Sciences GmbH

*Correspondence: roland.koeck@boku.ac.at

As basis for estimating tree species suitability and providing silvicultural adaptation measures regarding climate change, detailed spatially explicit forest site information is essential, hence was researched in the Austrian province Styria. The forest site is characterized through the energy-, water- and nutrient balance. Those parameters characterize each forest site in terms of growth conditions and suitability for the tree species set. In addition, the former land-use management influences the site conditions. In previous studies, it was assumed that these site parameters are subject to annual fluctuations, but in principle remain unchanged at least within a rotation period of 100 - 150 years. With current climate change this assumption has to be adapted. A strong increase in climate extremes, such as summer drought, is to be expected. Higher air temperatures lead to increased evaporation. As a result, drought stress and infestation with secondary pests can occur, especially within the wide spread Norway spruce (*Picea abies*) plantations at lower elevations in Styria. Responding to these challenges, a dynamic forest site classification was designed, using the water and energy parameters as main drivers for change. Field investigations on 1800 forest sites, intensive laboratory work and spatially explicit modelling of all relevant site factors allowed the creation of site type maps for the current and future climate scenarios. A tree species suitability model characterized for each forest type the specific tree species options. Silvicultural adaptation strategies were designed and detailed maps, charts, tables and text elaborated for the support of forest owners in Styria.

Keywords: silvicultural adaptation strategies, forest site parameter, tree species suitability, Austria.

EFFECTO DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN EL NORESTE DE MÉXICO

Nelly Anahy Leal Elizondo^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: nelly.a.leal@gmail.com

En el presente estudio se evaluó una unidad de manejo intensiva del noreste de México; evaluando: estructura vegetal, diversidad alfa (H') y riqueza de especies (DMg), en dos estaciones de muestreo (seca y húmeda). Se establecieron siete sitios de muestreo de 100 m² para el estrato alto (EA) y medio (EM). En cada sitio se registró: información dasométrica de altura total (h), diámetro basal (d0.10) y diámetro de copa (dcopa) de las especies. Para las épocas seca y húmeda en los estratos medio y alto, se registraron 28 y 30 especies, respectivamente, y de ellas comparten 25; para ambas épocas la familia representativa es *Fabaceae* con 7 especies; el género mejor representado es: *Acacia*. Se caracterizó a los sitios del EM y EA con diversidad intermedia al presentar valores de H' ES= 2.97 y EH= 2.79; el índice de Margalef presentó valores de DMg de 4.17 y 4.58 respectivamente. La especie *Bernardia myricaefolia* registró el mayor IVI en ambas épocas con valores de 14.19% y 14.60% en cuanto al estrato medio y alto. La Prueba de U Mann Whitney mostró que existen diferencias significativas entre las épocas respecto a las variables estructurales de cobertura (m), altura (h) y diámetro (d0.10); siendo la época húmeda la que presentó los valores más altos. En general, la diversidad de especies entre épocas tiende a ser homogénea.

Palabras clave: época seca, época húmeda, una intensiva, *Bernardia myricaefolia*, *Fabaceae*, U Mann Whitney.

EFFECTO DE UN METEORITO SOBRE LA RIQUEZA DE MORFOESPECIES Y ABUNDANCIA DE ESPORAS FORMADORAS DE ESPORAS HMA EN BOSQUES DE ACATENO-HUEYTAMALCO, PUEBLA.

Eduardo Azpiroz-Santiago^{1*}, Eduardo Chimal-Sánchez¹, Efraín R. Ángeles-Cervantes¹

¹ Universidad Nacional Autónoma de México- Fes Zaragoza

* Autor para correspondencia: laloazpi@gmail.com

En la región Acateno-Hueytamalco, Puebla, en 2012 un meteorito se impactó sobre bosques mesófilos (BMM), tropicales perennifolios (BTP), encinares (BE), jardín Botánico (JB) y zona agrícola. Las esporas HMA son importantes en la productividad de estos ecosistemas, sin embargo, no se ha evaluado el efecto de impactos de meteorito. El objetivo fue evaluar la riqueza de especies y abundancia de esporas HMA en estos bosques y zonas agrícolas. Se ubicó en la región de Acateno-Hueytamalco un área de 40 km de diámetro en la zona de impacto, se eligieron 19 puntos para muestreo de suelo. Se cuantificó la presencia de esporas viables de HMA/100g de suelo, con el método de extracción de esporas mediante un tamizado húmedo. Las preparaciones se observaron bajo microscopio óptico (40x y 100x), para determinar el género, utilizando la clave (INVAM 2023). Resultados. Se encontraron 29 morfoespecies, 10 géneros (HMA). El género *Acaulospora* tuvo la mayor riqueza de especies (14), seguido del género *Glomus* (4), de *Scutellospora*, *Ambispora*, *Gigaspora*, (2) *Claroideoglomus*, *Funneliformis*, *Diversispora*, *Rhizophagus* y *Septoglomus* (1). Se registraron 195, 40 y 1 esporas en 100g de suelo en BE, BMM, BTP respectivamente los cuales son valores muy bajos, que indican una pérdida del 95% de la abundancia de esporas y del 90% de géneros y especies, comparados con los que existen en otros bosques, lo cuál es grave y debe evaluarse más efectos sobre la productividad y biodiversidad de estos ecosistemas.

Palabras clave: bosques húmedos templados, micorrizas, microbiota edáfica, diversidad.

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA EN LA SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO

Juan Angel Mendoza Muñoz¹, José Javier Corral-Rivas¹, Jaime Roberto Padilla Martínez², Maria Guadalupe Nava Miranda³, Daniel José Vega Nieva¹, Héctor de los Santos Posadas⁴

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Department of Forest Economics and Sustainable Land-use Planning, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, University of Göttingen

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

⁴ Colegio de postgraduados

* Autor para correspondencia: 1183457@alumnos.ujed.mx

En México la distribución de la selva mediana subperennifolia se puede distinguir por tres regiones florísticamente delimitadas, una de ellas se encuentra en la Península de Yucatán, la cual genera diversos servicios eco-sistémicos. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la estructura y diversidad arbórea en la selva mediana subperennifolia en la Península de Yucatán México, utilizando datos de una red de Sitios Permanentes de Investigación Forestal y de Suelos (SPIFyS). Con base en la información dasométrica de 231 SPIFyS de 2,500 m², ubicados en el tipo de vegetación selva mediana subperennifolia de acuerdo con la Serie VII del INEGI, se caracterizó la estructura horizontal y se estimó el índice de valor de importancia (IVI). La diversidad de especies se describió con el promedio del exponente del índice de Shannon-Wiener y la mezcla de especies se determinó con el índice de mezcla de Gadow (Mi). Las especies con mayor IVI fue *Bursera simaruba*, *Pouteria reticulata* y *Manilkara zapota*. Se obtuvo en promedio una diversidad de 20 especies arbóreas efectivas por SPIFyS, con una desviación estándar de 6. De acuerdo al índice de mezcla (Mi), en promedio tres de los cuatro vecinos más cercanos al árbol de referencia son de una especie diferente. Se concluye que las selvas de la Península de Yucatán cuentan con una alta diversidad arbórea y que las especies con mayor IVI son de importancia comercial en la región.

Palabras clave: diversidad arbórea; especies efectivas, valor de importancia.

EFFECTO DEL MANEJO FORESTAL EN LA REGENERACIÓN NATURAL ARBÓREA EN BOSQUE TEMPLADO DE DURANGO, MÉXICO.

Ricardo Martínez Casas^{1*}, José Carlos Monárrez González², Gustavo Perez Verdín¹

¹ Instituto Politecnico Nacional

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

* Autor para correspondencia: rmartinezc2200@alumno.ipn.mx

El manejo forestal influye en la oferta de servicios ecosistémicos, tradicionalmente la producción maderable, que a menudo precede a otros servicios como la conservación y mantenimiento de diversidad arbórea. Este estudio evaluó como el aprovechamiento forestal impacta la diversidad y composición de la regeneración natural arbórea en los bosques templados de la región de Santiago Papasquiaro, Durango, México. Para ello, se establecieron 27 parcelas de 1000 m² en zonas con aprovechamiento maderable a distintas altitudes. En parcelas de 25 m² se evaluó la regeneración natural. Calculando variables de tipo dasométrico (área basal, volumen, abundancia de regeneración, entre otras) e índices de diversidad alfa. Resultando para la parte arbórea, un área basal que osciló entre 10 y 35 m²/ha y volumen total de 74 a 620 m³/ha, identificándose 19 especies arbóreas. La regeneración natural mostró 13 especies, 5 géneros y 5 familias. *Pinaceae* y el género *Pinus* fueron predominantes. Las especies más abundantes en regeneración fueron *Pinus teocote*, *P. Leiophylla* y *Quercus sideroxyla*. La diversidad alfa de la regeneración natural arbórea osciló de baja a media, con variaciones en riqueza de especies (Margalef: 1.09-2.25), dominancia y equidad (Simpson: 0.18-0.66 y Shannon-Wiener: 0.44-1.65). Las cortas de regeneración de selección fue el tratamiento silvícola representativo del área de estudio. Se observó que áreas de mayor productividad presentan más especies y abundancia en regeneración natural arbórea. En conclusión, zonas manejadas con cortas de selección conservan la diversidad de regeneración arbórea, exceptuando aquellas con sobrepastoreo.

Palabras clave: diversidad arbórea, regeneración natural, diversidad alfa, índices de diversidad.

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISTRIBUCION DE ALGUNAS ESPECIES DE PINOS EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Lizeth Ruacho-González^{1*}, José Javier Corral-Rivas, Jesús G. González-Gallegos², M. Socorro González-Elizondo², Pablito M. López-Serrano¹, Jaime Briseño-Reyes¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR Durango)

* Autor para correspondencia: liz_3626@hotmail.com

La Sierra Madre Occidental (SMO), además de contar con la mayor reserva forestal del país, alberga cerca del 50% de las especies de pino conocidas para México. En este trabajo se modeló la distribución actual y futura de 19 especies de pino. Los registros se obtuvieron de bases de datos de herbarios y sitios permanentes de monitoreo forestal. Para cada especie se utilizaron las variables ambientales de Worclim 2.1 que tuvieran una correlación >0.7 . En Maxent se realizaron 10 réplicas con validación cruzada para cada especie. Se utilizó el modelo GISS-E2G-1 con proyecciones a 2040, 2060, 2080 y 2100. Los modelos obtenidos se traslaparon para identificar las áreas que tuvieran la idoneidad de albergar la mayor cantidad de especies. Los valores de AUC para todos los modelos generados son buenos (>0.7). Entre las variables que más contribuyeron están la precipitación del trimestre más frío (bio 19) y del trimestre más seco (bio17), así como la temperatura media del trimestre más húmedo (bio8). El 95% de las especies presentarán reducciones en distribuciones futuras. El modelo predice que *P. brachyptera* desaparecerá a mediano plazo. Únicamente *P. yecorensis* conservará su distribución actual. Se observó que algunas especies de afinidad tropical (*P. devoniana* y *P. oocarpa*) y xerófila (*P. cembroides* y *P. chihuahuana*) ocuparán nuevas áreas hacia partes mas altas de la sierra. Las áreas con mayor idoneidad para la diversidad de pinos y que tienen potencial para áreas de conservación, se localizan en la vertiente occidental de la SMO, en Durango.

Palabras clave: diversidad, maxent, modelos de distribución potencial, riesgo.

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DEL BOSQUE DE *Abies hickelii* FLOUS & GAUSSEN EN LA SIERRA SUR DE OAXACA.

Celia Bolaños Julián¹, Gregorio Ángeles Pérez^{1*}, Patricia Hernández de la Rosa¹, Gerardo Rodríguez Ortiz²

¹ Colegio de Posgraduados

² Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

*Autor para correspondencia: gangeles@colpos.mx

Abies hickelii es una especie de conífera en peligro de extinción, presenta una distribución natural restringida. Describir la estructura poblacional, así como la composición de especies de las comunidades donde habita, a través de la distribución de los atributos de los árboles y patrones de diversidad de especies permite comprender su comportamiento para tomar decisiones sobre su manejo con fines de conservación. El objetivo fue describir la estructura arbórea del bosque de *A. hickelii* a partir de la distribución en diámetro y altura, la composición, riqueza y diversidad de especies, con la finalidad de generar información ecológica a nivel local que permita implementar estrategias de manejo y asegurar su conservación. La información proviene de cuatro Parcelas Permanentes de Información Forestal (PPIF) de 2,500 m². Se registró un total de 18 especies arbóreas distribuidos en 12 géneros y 11 familias. La familia *Fagaceae* y *Pinaceae* fueron las más representadas. *Abies hickelii* y *Pinus pseudostrabus* presentaron los mayores valores de área basal, densidad, frecuencia e índice de valor de importancia. La distribución diamétrica y en altura de individuos arbóreos y de la población de *A. hickelii* fue en forma de “J” invertida. La estructura de edades mostró que el mayor número de individuos se alcanza en la clase de 0 a 5 años. La diversidad de especies fue de media a baja. *Abies hickelii* mostró mayor densidad de individuos jóvenes, i.e., en las primeras categorías diámetro, de altura y de edad.

Palabras clave: especie relicto, índice de diversidad, índice de valor de importancia relativa, estructura de edad.

ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE UN BOSQUE DE GALERÍA EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

María de Fatima Amaran^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: fatimaforestal93@gmail.com

Los bosques de galería se presentan como comunidades exuberantes en relación con su entorno. Se desarrollan en los márgenes de los cauces de los ríos, arroyos y canales, formando una estrecha franja que funciona en muchas ocasiones como corredores de fauna al comunicar comunidades vegetales aisladas. Para la evaluación de esta área, se realizó un inventario forestal, se medirán las propiedades físicas del suelo, así como los diferentes gradientes altitudinales y variables climatológicas de los sitios. Se determinaron los índices de diversidad, composición y estructura, materia en descomposición y biomasa. Analizando de esta manera el comportamiento de las comunidades arbóreas del río a diferentes gradientes altitudinales. Las especies registradas se agruparon en 16 familias, 29 géneros y 32 especies. La especie más importante en los sitios fue *Pinus cooperi*, que destacó tanto por su diámetro, altura y cobertura como por su dominancia, frecuencia y densidad. La baja diversidad de vegetación hace evidente un efecto antrópico. Por tanto, es necesario desarrollar herramientas con fundamentos técnicos para desarrollar e implementar actividades de gestión encaminadas a conservar, restaurar y minimizar posibles impactos en la zona.

Palabras clave: bosque de galería, índices, diversidad y composición.

ETNOBOTÁNICA DE LA SIERRA DEL ASTILLERO, CUENCAMÉ, DURANGO

Luis Manuel Valenzuela Nuñez¹, José Antonio Hernandez Herrera^{2*}, Edwin Amir Briceño Contreras³, Ernesto Concilco Alberto², Aldo Rafael Martinez Sifuentes⁴, Geremias Rodriguez Bautista⁵

¹ Universidad Juarez del Estado de Durango

² Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro

³ Instituto Tecnológico Superior de Lerdo

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

⁵ Universidad de Guadalajara

* Autor para correspondencia: heheja@gmail.com

Las comunidades de piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que tienen impacto decisivo en la supervivencia de las comunidades rurales. El presente estudio se llevó a cabo en la Sierra del Astillero en el sur de Cuencamé, Durango, México. En siete comunidades se aplicaron entrevistas a 152 personas, se realizaron recorridos de campo, en los cuales se contó, ocasionalmente, con la compañía de informantes de las comunidades. Se recolectó el taxón mencionado por las personas y se mostraron a los entrevistados con la finalidad de conocer sus nombres comunes posteriormente, el material se identificó con claves botánicas especializadas y se depositó en el Herbario del CIIDIR-IPN Unidad Durango. Los resultados preliminares muestran que se encontraron 37 especies de plantas con utilidad en la Sierra del Astillero, pertenecientes a 23 familias botánicas destacando las familias Compositae y Leguminosae con mayor número de ejemplares. La transmisión del conocimiento etnobotánico empírico de generación en generación en la región de la Sierra del Astillero es muy importante. Las especies identificadas y sus usos coinciden con especies consignadas para el estado. La categoría de uso mejor representada es la medicinal y alimento tanto para el hombre como para el ganado. Las afecciones dermatológicas y del sistema digestivo son las más comúnmente tratadas por los pobladores de la región, lo que reafirma una vez más el interés del hombre por cubrir sus necesidades básicas de salud y alimentación.

Palabras clave: plantas medicinales, recursos forestales no maderables, comunidades rurales.

ETNOBOTÁNICA EN UNA COMUNIDAD AL SUR DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO

Armando Alberto Luna Robles^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: lunkkaa@gmail.com

La etnobotánica es el campo científico que estudia las interrelaciones que se establecen entre el hombre y las plantas, a través del tiempo y en diferentes ambientes, por tal motivo se realizó un estudio etnobotánico en la comunidad de El Mil Diez en el estado de Durango, México. Con la finalidad de contribuir a la conservación del patrimonio biocultural a través del rescate, documentación y análisis de la etnoflora. Para esto, se realizaron encuestas semiestructuradas a aproximadamente 5% de la población, incluyendo personas de distinto sexo y rangos de edad, además de la recolección e identificación de plantas para la elaboración de un inventario etnoflorístico. Para el análisis cuantitativo, se aplicó el índice de Friedman, el índice valor de uso y el índice factor de consenso. La información etnobotánica registra 132 especies y 72 géneros en 57 familias vasculares y no vasculares, documentando un mayor conocimiento y uso de las especies cultivadas (96) con respecto a las silvestres (36). La mayoría de las especies son herbáceas (39.1%), seguidas de arbustos (35.5%) y árboles (25.9%), Las partes de las plantas más usadas fueron las hojas con un 58.3%, seguido por frutos con 32%, mientras que la parte que menos se usan son las flores con un 2.5%. Por otro lado, el uso que más menciones tuvo por parte de los entrevistadores fue medicinal con un 61.2% seguido por alimento y ornamental con un 23.1% y 12% respectivamente.

Palabras clave: etnobotánica, usos etnobotánicos, índices etnobotánicos.

EVALUACIÓN DE RESIDUO ESTÉRIL DE MINA E IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS PIONERAS EN MINAS ABANDONADAS DEL DISTRITO MANGANESÍFERO DE MOLANGO, HIDALGO

Víctor Guzmán Castro¹, Ramón Razo Zárte^{1*}, Otilio Arturo Acevedo Sandoval¹, Rodrigo Rodríguez Laguna¹, Juan Capulín Grande¹, Miguel Ángel Rico Rodríguez²

¹ UAEH

² UAQ

* Autor para correspondencia: ramon_razo@uaeh.edu.mx

En las minas abandonadas del Distrito Minero de Molango (DDM) la degradación del suelo y la acumulación de residuos estériles de mina con altas concentraciones de manganeso (Mn) impiden el restablecimiento de la vegetación nativa. El objetivo de esta investigación consiste en evaluar las propiedades físicas y químicas del residuo e identificar a las especies colonizadoras para generar una propuesta de recuperación ecosistémica basada en la propagación de plantas tolerantes. El área de estudio corresponde a la mina de Mn a cielo abierto conocida como el Tajo Naopa, Molango de Escamilla, Hidalgo, México. En el área se colectaron al azar muestras de plantas de varias especies distribuidas en cinco sitios de estudio. En cada sitio donde se colectaron muestras de plantas se tomaron muestras de residuo estéril de mina. Se determinó la textura, el pH y la conductividad eléctrica (CE). La identificación de las especies pioneras se realizó por comparación mediante el uso de herbarios físicos. La textura del residuo corresponde a franca y franco limosa, favoreciendo condiciones oxidantes que pueden limitar la biodisponibilidad del Mn. El pH es ligeramente alcalino (7.48 - 7.63), lo que reduce la movilidad del Mn y su absorción por parte de las plantas. La CE es propia de sustratos no salinos (0.197 - 0.237 dS m⁻¹). Las plantas pioneras se identificaron como *Wigandia Caracasana* K, *Acacia farnesiana* L, *Pluchea odorata* C, *Bauhinia pringlei* W y *Leucaena esculenta* B, evidenciando la capacidad de las *Fabáceas* y las *Asteráceas* para colonizar áreas fuertemente degradadas.

Palabras clave: química del manganeso, análisis textural, biodisponibilidad, oxidación mineral, sucesión ecológica.

INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES EN CARBOHIDRATOS EN ÁRBOLES URBANOS DE NOGAL PECANERO

Edwin Amir Briceño Contreras¹, Luis Manuel Valenzuela Núñez^{2*}, Cristina García de la Peña², Ernesto Concilco Alberto³, Jesus Gerardo Muñoz Zavala³, Antonio Gallegos Islas³

¹ Instituto Tecnológico Superior de Lerdo

² Universidad Juárez del Estado de Durango

³ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

* Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

El *nogal pecanero* (*Carya illinoensis*) es una especie vegetal arbórea teniendo en la actualidad gran presencia en áreas verdes urbanas públicas y residenciales incrementando la demanda y la importancia de arbolados urbanos. La temperatura controla la distribución de los árboles, además utilizan la irradiación para la síntesis de carbohidratos. El objetivo fue determinar la influencia de la temperatura e irradiación sobre la concentración de almidón en raíz y tronco de árboles urbanos de *C. illinoensis*. Se seleccionaron 8 árboles utilizando un orden establecido al azar con una de edad de 30 años. El muestreo se realizó mensualmente de julio 2016 a junio 2017. Se tomaron dos muestras de raíz y tronco. El almidón se determinó con la técnica de Ebell (1969) y Haissig & Dickson (1982). Se realizó análisis de correlación de Pearson y regresión múltiple utilizando el programa estadístico SSPS 18.0. Las pruebas se consideraron significativas con $P < 0.05$. El valor de la correlación múltiple entre las concentraciones de almidón y la temperatura e irradiación en la raíz fue significativo ($R=0.922$, $P < 0.001$). El análisis de regresión lineal múltiple indicó una relación significativa entre las concentraciones de almidón en raíz y los factores ambientales ($F=25.608$, $gl=2,9$; $P < 0.001$, $R^2=0.851$) y para tronco el valor de la correlación múltiple entre las concentraciones de almidón y los factores ambientales en el tronco no fue significativo ($R=0.732$, $P=0.154$). El análisis de regresión lineal múltiple indicó que no hubo relación significativa entre las concentraciones de almidón y los factores ambientales ($F=2.030$, $gl=4,7$, $P=0.194$, $R^2=0.537$).

Palabras clave: nogal, factores ambientales, arbolado urbano, carbohidratos.

INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN LA CIUDAD DE LINARES NUEVO LEÓN, MÉXICO

Carlos Eduardo Leal Elizondo^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: ta_cne_1903@hotmail.com

La investigación presenta información dasométrica y sanitaria de las áreas verdes urbanas del municipio de Linares Nuevo León; censando todos los individuos en una superficie total de 280,443 m² equivalente a 3.5 m².hab. El total del arbolado censado es de 2,311 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*, *Pinus* y *Washingtonia*, la especie con mayor abundancia es *Fraxinus uhdei* con 27.18 árboles ha⁻¹ siendo la más dominante con 1158.07 m² ha⁻¹ de cobertura de copa, con mayor frecuencia *Quercus virginiana* encontrada en 35 áreas verdes urbanas teniendo un 15.84%. La especie con mayor peso ecológico fue *Fraxinus uhdei* con 29.18%, seguida de *Quercus virginiana* con 21.16% y *Washingtonia filifera* con 7%. En el área de estudio se registró un valor de índice de Shannon de $H' = 2.18$ y en el índice de Margalef de $DMg = 5.42$. 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% (2,280 individuos) bueno, el 1.30% (30 individuos) en la categoría de árboles regulares y .04% en malo. Teniendo un déficit de áreas verdes por habitante al no acercarse al promedio de la ONU entre 9 y 11 m², de igual forma las especies presentan un buen estado.

Palabras clave: áreas verdes urbanas, abundancia, peso ecológico, metros cuadrados por habitante

LA ECTOMICORRIZÓSFERA DE *Pinus montezumae* EN LA CONFORMACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE MESOFAUNA EDÁFICA

Maryeli Aguirre-Zamora^{1*}, Irma Díaz-Aguilar¹, Jesús Pérez-Moreno¹, Salvador Rodríguez-Zaragoza², Juan-José Almaraz-Suárez¹

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

² Universidad Autónoma de México Fes Iztacala

* Autor para correspondencia: maryeli23a03@gmail.com

El efecto de la simbiosis ectomicorrízica sobre el desarrollo de árboles forestales ha sido ampliamente estudiado. Sin embargo, aún se desconocen las dinámicas de otros organismos que colonizan la zona de la ectomicorrizósfera, como la mesofauna. En el presente trabajo se evaluaron las comunidades de mesofauna (ácaros y colémbolos) en tres inóculos ectomicorrízicos nativos de suelo forestal provenientes de Piedra Canteada, Nanacamilpa, Tlaxcala. Los inóculos de un morfotipo blanco, amarillo o negro se adicionaron al momento de la siembra a semillas de *Pinus montezumae*. Después de seis meses de crecimiento, se evaluaron las comunidades de mesofauna, a nivel de orden y suborden, en los cepellones de los inóculos y se compararon con dos testigos (con planta y sin planta). Se observó mayor diversidad y abundancia de ácaros (*Prostigmata*, *Mesostigmata* y *Oribatida*) en los tratamientos inoculados, donde el morfotipo blanco presentó la mayor abundancia, seguido de los morfotipos amarillo y negro y el testigo con planta únicamente presentó ácaros oribátidos; además, en el tratamiento sin planta no hubo presencia de mesofauna. Esto indica que el micelio extraradical en la ectomicorrizósfera de *P. montezumae* crea un hábitat favorable que permite el establecimiento de las primeras comunidades de mesofauna, principalmente de ácaros descomponedores de la materia orgánica (suborden *Oribatida*) y depredadores (suborden *Prostigmata* y orden *Mesostigmata*), desde los estadios tempranos de la colonización ectomicorrízica. Sin, embargo, no se observó la presencia de colémbolos siendo los ácaros los organismos pioneros en la conformación del nicho ecológico donde se llevan a cabo diferentes relaciones mesofauna-micorrizósfera.

Palabras clave: ácaros del suelo, inóculos nativos, simbiosis ectomicorrízica.

LAS SELVAS BAJAS CADUCIFOLIAS COMO FUENTES DE RECURSOS ALIMENTICIOS

Linda Marín^{1*}, Luis Armando Rivera-Marín²

¹ Universidad Veracruzana

² Escuela Nacional de Antropología e Historia

* Autor para correspondencia: lemarinsky@gmail.com

Las selvas bajas caducifolias constituyen uno de los ecosistemas más amenazados en México y el mundo. Históricamente estos ecosistemas han sido aprovechados por las poblaciones humanas; desafortunadamente, actualmente sufren tremendas alteraciones por el desarrollo de complejos inmobiliarios, el turismo sin planificación, la minería, la agricultura con uso de agroquímicos y el cambio climático global. Ante este contexto, nosotros investigamos la función de las selvas bajas caducifolias como fuente de alimentos en San Agustín Ahuehuetla, San Miguel Atlapulco y Santo Domingo Huehuetlan El Grande, tres poblados del municipio de Huehuetlan El Grande, Puebla durante el 2019. Para ello realizamos talleres participativos en cinco escuelas de educación secundaria y media superior (2 secundarias y 3 bachilleratos) y con comuneros y ejidatarios de la región. Los resultados muestran que las selvas proveen de una gran cantidad de recursos alimenticios a la gente. En total registramos el consumo de 60 especies de plantas y animales que son consumidas a lo largo del año. Sin embargo, el consumo de estos bienes es diferencial dependiendo del poblado. Nuestros resultados apuntan que la biodiversidad silvestre presente en las selvas o en sus inmediaciones es ampliamente usada en Ahuehuetla y Atlapulco. Al mismo tiempo señalan la necesidad de fortalecer procesos que permitan el manejo y conservación de los bienes forestales de estos pueblos, así como el orgullo y cuidado del patrimonio biocultural.

Palabras clave: patrimonio biocultural, mixteca, recolecta.

METEORITOS Y SUS EFECTOS EN ECOSISTEMAS FORESTALES: UN CASO DE ESTUDIO EN MEXICO

Efraín Reyes Angeles-Cervantes^{1*}

¹ Universidad Nacional Autónoma de México- Fes Zaragoza

* Autor para correspondencia: efrangeles@gmail.com

La caída de meteoritos es un fenómeno casi común en varias partes del mundo, sin embargo, sus efectos en los ecosistemas forestales han sido poco o nada estudiados. En 2012 cayó una meteorita en la zona de Acateno-Hueytamalco. Las anotaciones de los encargados del Jardín Botánico revelan que desde 2013 registraron la disminución y nulo crecimiento de plantas medicinales (Epazote, manzanilla, hierbabuena, etc), aunque se agregara al suelo composta. Señalando que la producción de cítricos, cafetales y plataneros disminuyó de un 50 a 60% y lo atribuyeron a la caída del meteorito. Por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades químicas, físicas, radioactividad, magnetismo de la capa superficial del suelo, los cuales se realizaron en los laboratorios del Colegio de Postgraduados y del Laboratorio de Magnetismo y Radioactividad Terrestre del Instituto de Geofísica de la UNAM, a las diferentes muestras tomadas en 2018 en el jardín botánico, Bosques Tropicales y Mesófilos de Montaña. Los resultados mostraron que no ocurrieron cambios físicos, químicos, magnéticos, o radiactividad sobre el suelo. El cambio más importante fue la baja o nula ausencia de esporas HMA, hongos formadores de micorrizas arbusculares y la causa probable de los cambios son las microondas de sonido que ocasiona el paso y explosión del meteorito, ya que las microvibraciones, se utilizan en la mejora genética de hongos. Se discuten las implicaciones ecológicas y soluciones a corto plazo como la aplicación de minerales los cuales mejoraron la productividad de café, plataneros

Palabras clave: astroecología, bosques húmedos, meteoritos, HMA, micorrizas.

MODELACIÓN ACTUAL Y PROYECCIÓN FUTURA DEL HÁBITAT CLIMÁTICO IDÓNEO DISPONIBLE PARA ESPECIES NATIVAS DEL GÉNERO *Pinus* EN MICHOACÁN, MÉXICO

Ulises Manzanilla Quiñones^{1*}, Patricia Delgado Valerio¹, Agustín Molina Sánchez¹, Jesús Herrera Basurto¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

* Autor para correspondencia: ulises.manzanilla@umich.mx

Actualmente el uso de herramientas como la modelación de distribución potencial y el análisis espacial ha permitido a los científicos determinar áreas y especies idóneas para diversos propósitos de investigación. El objetivo de este estudio fue modelar el hábitat climático idóneo actual y futuro de 14 especies nativas del género *Pinus* de Michoacán, México. Mediante el uso de registros geográficos, obtenidos de GBIF, herbarios y de campo y de variables bioclimáticas actuales y futuras de Worldclim, se modeló el hábitat climático de 14 especies nativas de pinos de Michoacán. Se generaron 10 modelos para cada especie, utilizando el 75% y el 25% de los datos para el entrenamiento y validación. La evaluación de los modelos se realizó mediante las pruebas de AUC, Roc parcial y Z. La estimación del hábitat climático se efectuó al reclasificar las salidas de los modelos continuos a binarios (apto-no apto). Asimismo, se determinaron las variables bioclimáticas más relevantes y las superficies actuales y futuras (hectáreas) de cada especie. Los resultados indican que el desempeño de los modelos fue excelente (AUC>0.9, Roc parcial>1.52, p<0.01). Las variables más relevantes de las 14 especies fueron BIO18, BIO12, BIO5, BIO15, BIO6, BIO4, BIO2, BIO6, BIO11, BIO13, BIO16 y BIO14. La superficie estimada del hábitat climático idóneo fue de 2098.44 ha (*P. hartwegii*) a 259240.58 ha (*P. pringlei*). A 2041-2060 los resultados del Modelo de circulación General más optimista (HADGEM3 SSP 245) proyecta reducciones de la superficie del hábitat climático idóneo del 6.37% (*P. pringlei*) hasta 65.32% (*P. herrerae*).

Palabras clave: distribución potencial, modelos de circulación general, variables bioclimáticas, *Pinus*, Maxent.

MODELACIÓN DEL NICHU ECOLÓGICO DE *Pinus rzedowskii*: IMPLICACIONES PARA SU MANEJO Y CONSERVACIÓN

Agustín Molina Sánchez^{1*}, Patricia Delgado Valerio¹, Antonio González Rodríguez², Alejandra Moreno Letelier², Daniel Piñero Dalmau², Clementina González Zaragoza¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Universidad Nacional Autónoma de México

* Autor para correspondencia: agstnmolina@gmail.com

La distribución de las especies es dinámica en espacio-tiempo, pueden mantenerla, contraerla o expandirla a lo largo de su existencia como linaje. El presente trabajo determinó el nicho ecológico de *P. rzedowskii*, reconstruyéndolo hacia el pasado y proyectándolo hacia el futuro, con el fin de tener bases que ayuden a tomar decisiones respecto al manejo y conservación de la especie. Los registros de la especie de obtuvieron de trabajos publicados y directamente de campo. Las variables utilizadas fueron Bio7, Bio14 e Índice de Aridez (IA), y como zona M la Subprovincia de la Sierra Madre del Sur. Los modelos se crearon con el algoritmo de MaxEnt y fueron evaluados considerando el AUC y ROC parcial. Para la transferencia de los modelos históricos y Futuros, se usaron dos modelos de circulación global y además para el futuro dos SSP, bajo los mismos parámetros del mejor modelo para el presente. Los cambios en la superficie proyectada del nicho se cuantificaron y compararon conforme a cada una de las categorías de idoneidad. Todos los modelos fueron evaluados como excelentes predictores del nicho ecológico de *P. rzedowskii* con valores promedio de AUC de 0.97 y ROC parcial de 1.91. La prueba de Jackknife para todos los modelos, nos indica que el IA es la variable más importante para *P. rzedowskii* (promedio=81.1%), seguida de Bio14 (promedio=5.53%) y Bio7 (promedio=4.32%). Se observa una tendencia de incremento de la superficie proyectada del nicho, desde el Último Inter Glacial hasta el presente, y progresiva disminución hacia las proyecciones Futuras.

Palabras clave: idoneidad del hábitat, peligro de extinción, endemismo, cambio climático, manejo y conservación.

MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA PRECIPITACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LA RESILIENCIA DE LOS SOCIOECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Teresa Margarita González-Martínez^{1*}, Daisy Barrera-Ortega¹, Alma Delia Ortiz-Reyes², Manuel de Jesús González-Guillén¹

¹ Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento

* Autor para correspondencia: teresa.gonzalez@colpos.mx

La afectación de los bosques y recursos asociados como el agua son problemas derivados del cambio climático y del uso de la tierra que afectan los socioecosistemas de las zonas de montaña, esto impacta a la fragilidad y vulnerabilidad del flujo de servicios ecosistémicos y del bienestar de la población. Por ello, entender los patrones espaciales y estacionales de la precipitación y otros parámetros meteorológicos es un insumo fundamental para contrarrestar tales efectos, sin embargo, existe una instrumentación meteorológica escasa en esas zonas. Se presenta una experiencia de Ciencia Ciudadana para el monitoreo de la precipitación en el monte Tláloc, Texcoco, Estado de México, donde se realizaron mediciones con pluviómetros manuales en un gradiente altitudinal de 2683 a 3727 m, bajo un proceso participativo con los Ejidos donde se ubica el proyecto y la participación de personas que vistan la zona con diversos fines. Se desarrolló una aplicación móvil denominada Tláloc App para el envío y acceso a la información. Se caracterizó la variación altitudinal de la precipitación en tres estaciones del año. En verano, el bosque de *Pinus hartwegii*, ubicado en la parte más alta, recibió la mayor precipitación, sin embargo, en primavera y otoño, el bosque de *Abies religiosa*, ubicado en la parte media, fue donde más precipitó; mientras que el bosque de encinos presentó condiciones más secas. Actualmente, se diseñan indicadores de fácil manejo para monitorear participativamente la relación entre los patrones de precipitación y procesos de deterioro del bosque, a fin de contribuir a la resiliencia.

Palabras clave: cambio climático, ciencia ciudadana, gradientes ambientales, indicadores de vulnerabilidad.

PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN Y CORRELACIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN DE *Abies hickelii* EN LA SIERRA SUR DE OAXACA, MÉXICO.

Celia Bolaños Julián¹, Gregorio Ángeles Pérez^{1*}, Patricia Hernández de la Rosa¹, Gerardo Rodríguez Ortiz²

¹ Colegio de Postgraduados

² Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

*Autor para correspondencia: gangeles@colpos.mx

La distribución espacial es una característica importante en la estructura de una población. Su análisis permite comprender los mecanismos de coexistencia en las comunidades, de regeneración y mantenimiento de las poblaciones. El objetivo fue determinar el patrón de distribución y correlación espacial de los estadios de desarrollo de *Abies hickelii* en la comunidad de San Pedro el Alto, Oaxaca. Se establecieron cuatro Parcelas Permanentes de Información Forestal de 2500 m² (50 m × 50 m, divididas en cuadros de 10 m × 10 m). A todos los individuos se les ubicó por sus coordenadas espaciales (X, Y) y fueron clasificados, considerando su tamaño, en tres estadios de desarrollo (plántulas, brinzales y adultos). Se realizó el análisis univariado y bivariado derivados de la función K (t) de Ripley. El patrón de distribución espacial en plántulas y brinzales fue agrupado, en adultos fue aleatorio; sin embargo, este patrón en brinzales y adultos cambió a aleatorio y regular, disminuyendo de acuerdo con la escala espacial. La correlación espacial de plántulas con brinzales y adultos fue de repulsión e independiente, para brinzales y adultos fue atracción e independiente. Se encontró una alta proporción de plántulas, lo que indica que la especie presentó un reclutamiento constante lo que sugiere cambios en la estructura poblacional en el futuro. El patrón de distribución espacial de *A. hickelii* cambia de agregado a aleatorio a medida que los individuos avanzan hacia el estadio de desarrollo adulto. El patrón agrupado de juveniles sugiere la influencia de factores abióticos (luz y suelo) que determinan su distribución. En general, la correlación espacial de los estadios de desarrollo de *A. hickelii* fue de independencia.

Palabras clave: distribución espacial, especie endémica, interacción de estadios, función k de ripley.

**PLASTICIDAD DE LA FENOLOGÍA FOLIAR DE ENCINOS (*Quercus*,
Fagaceae), UN RASGO ÚTIL ANTE LA ESCASEZ DE AGUA.**

Liliana Elizabeth Rubio Licona^{1*}, J. Jesús Vargas-Hernández¹, Armando Gómez Guerrero¹, Teresa M. Terrazas Salgado², Oswaldo Téllez Valdés³, Gregorio Ángeles Pérez¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

² Instituto de Biología, UNAM

³ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

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

Las especies leñosas de clima templado están adaptadas a periodos de sequía. El hábito perenne o caducifolio es un rasgo funcional relacionado con la duración y severidad de la sequía. Por ello, se espera que, ante condiciones de humedad disímiles, las poblaciones exhiban plasticidad fenológica. El objetivo fue, analizar la variación de la fenología foliar a lo largo de gradientes espaciales de disponibilidad de agua, en dos montañas con bosque de encino del Estado de México. Las comunidades comparten una alta proporción de especies arbóreas, pero difieren en clima (“Las Ánimas” (LA) CW2 y “Alcaparrosa” (A) Cw0 y Cw1). A lo largo del intervalo de distribución de las especies, se establecieron pisos de 100 m y se eligieron tres árboles por taxón y por piso. Se registró mensualmente el porcentaje de presencia de las fenofases foliares: hojas nuevas (Hnv), maduras (Hmd), seniles (Hsn) y sin hojas (sH), así como el contenido de humedad del suelo. Se utilizó un modelo anidado de análisis de varianza para evaluar el efecto de la montaña y altitud sobre las fenofases foliares de las especies. Se encontró asincronía de las fenofases sH y Hnv, en las montañas. Además, hubo diferencias significativas a lo largo del gradiente de altitud. En general, las especies de encino exhibieron plasticidad en la caída de hojas, adelantándose en la montaña seca (“A”) y en altitudes inferiores. Se concluye que el genotipo de las especies exhibió plasticidad en la fenología foliar de las poblaciones, en respuesta a variaciones espacio-temporales de disponibilidad de agua.

Palabras clave: fenofases foliares, gradientes, elevación, asincronía, humedad.

POTENCIAL DENDROCRONOLÓGICO DE JACARANDA COPAIA EN LA CORDILLERA CENTRAL DE LOS ANDES COLOMBIANOS.

Maria Paulina Castro Gutiérrez^{1*}, Miguel Ángel Peña Hernández¹, Jorge Ignacio del Valle Arango¹, Jorge Andrés Giraldo Jiménez²

¹ Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

² Tecnológico de Antioquia

* Autor para correspondencia: mpcastrogu@unal.edu

Durante más de un siglo, los anillos de crecimiento de los árboles se han utilizado como fuente de información ambiental y ecológica en los trópicos. En las últimas décadas, esta disciplina ha tenido un desarrollo exponencial. Hoy se sabe que cientos de especies tropicales forman anillos de crecimiento anuales. Nosotros estudiamos la relación entre los anillos de crecimiento de Jacaranda copaia con la precipitación y temperatura en el cañón del río Porce, cordillera Central de los Andes, Colombia. Empleamos núcleos extraídos con barreno de incrementos de trece árboles (25 series) para obtener series de ancho de anillos. Luego de sincronizar (cofechar) el ancho de los anillos dentro de cada árbol y entre los árboles obtuvimos una cronología de residuos de 81 años (1934 – 2015) que correlacionó significativamente ($r = 0,51$, $p < 0,05$), sugiriendo la existencia de una señal ambiental común. La cronología correlacionó significativamente con la precipitación durante noviembre y diciembre, final de la temporada lluviosa e inicio de la temporada seca ($r = 0,41$, $p < 0,05$), similar a lo reportado para otras especies de la misma región. En contraste, no observamos correlaciones estadísticamente significativas con la temperatura. Encontramos que la tasa media de crecimiento diamétrico promedio fue (0,52 cm/año) inferior a la reportada en estudios previos. Esta investigación resalta el potencial de la dendrocronología en la comprensión de la ecología y el crecimiento de especies tropicales y aporta información para la conservación y manejo de *J. copaia* en el bosque húmedo premontano.

Palabras clave: crecimiento, bosque húmedo premontano, dendrocronología tropical, dendroclimatología tropical.

PRODUCTIVIDAD DE HOJARASCA Y DEPÓSITO DE NUTRIENTES EN TRES ECOSISTEMAS FORESTALES DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Verónica Hernández-Merino^{1*}, Juan Manuel López-Hernández², Nelson Manzaneres-Miranda¹, Marco Vinicio Gómez-Meza³, Israel Cantú-Silva¹, Mauricio Cotera-Correa¹, Humberto González-Rodríguez¹

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

² Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México

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

* Autor para correspondencia: veronicahermer2015@gmail.com

El aporte de hojarasca al suelo es un proceso primordial ya que libera los nutrientes que la componen y esto es aprovechado por las plantas para que tengan un óptimo desarrollo y crecimiento. Por tanto, el objetivo de este estudio fue estimar la producción de hojarasca y el depósito de micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn) en diferentes ecosistemas forestales del Estado de Nuevo León. La recolecta de hojarasca se llevó a cabo en un periodo de 15 meses (enero 2020 a marzo del 2021) en los siguientes sitios: 1) Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), 2) Matorral Submontano (MS) y 3) Pino-Encino (PE). Para cuantificar la producción de hojarasca, se colocaron canastas permanentes de 1.0 m². En el ecosistema de estudio se dispusieron 10 canastas de manera al azar en una parcela experimental de 2500 m² por ecosistema. Con relación a la productividad promedio de hojarasca (g m⁻² año⁻¹), el MS acumuló la mayor productividad (728.1) en tanto que la menor se presentó en el ecosistema de PE (574.9). El depósito promedio de micronutrientes (mg m⁻² año⁻¹) fluctuó de la siguiente forma: Cu de 1.60 (PE) a 6.05 (MET); Mn de 32.04 (MET) a 105.05 (PE), Fe de 97.2 (PE) a 179.03 (MET), y Zn de 16.77 (MS) a 18.84 (MET). Las diferencias en la productividad de hojarasca y depósito de micronutrientes entre ecosistemas forestales se deben en parte, a la fenología, la estructura y diversidad de las especies presentes en el ecosistema y a las condiciones ambientales de cada ecosistema estudiado.

Palabras clave: depósito, hojarasca, matorral, micronutrientes, pino-encino.

PRODUCTIVIDAD DE *Phaseolus vulgaris* L. EN SUELOS FORESTALES AFECTADOS POR IMPACTO DE UN METEORITO EN 2012, EN HUEYTAMALCO, PUEBLA

Miriam Hernandez-Medel^{1*}, Efrain R. Ángeles Cervantes²

¹ Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

² Universidad Nacional Autónoma de México- Fes Zaragoza

* Autor para correspondencia: hmiriam965@gmail.com

En 2012 una meteorita impactó en la región de Hueytamalco, Puebla sobre bosques mesófilos de montaña (BMM) y bosque tropical perennifolio (BTP), ecosistemas forestales altamente productivos. El impacto de las meteoritas sobre la productividad de suelos forestales no se ha evaluado. El objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* L. en suelos de BMM y BTP en 2023. Se obtuvieron cuatro muestras de suelos forestales afectados (2 BMM, BTP y JBX) en Hueytamalco, Puebla y también una muestra de un suelo no afectado BMM de Huayacocotla, Veracruz (BMM-H) como testigo. Cada muestra se subdividió en ocho submuestras y se colocaron en bolsas de vivero. En cada bolsa se colocaron seis semillas de frijol (N=240). Se evaluó la germinación, supervivencia y productividad de las plantas de frijol en condiciones de vivero. Los resultados mostraron que la mayor germinación (62%) y supervivencia (68%) se registró en suelos afectados por meteorita pertenecientes al Jardín botánico Xoyoquila (JBX). La mayor productividad de vainas por planta (2-5), número de semillas por vaina (4-9) y peso de semillas (0.2-0.5 g) ocurrió en BMM de la región de Huayacocotla, Veracruz. Los suelos de BMM y BTP de la región afectada por la meteorita registraron menores y nulos valores (menores al 10%) de productividad de frijol, lo cual es un indicador de la posible disminución de la productividad de herbáceas de estos bosques.

Palabras clave: leguminosas, productividad de herbáceas, bosques húmedos, astroecología, cultivos agrícolas.

REMOCIÓN DE SEMILLAS DE *Pinus hartwegii* LINDL. EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL DEL MONTE TLÁLOC

Victor Manuel Tejeda Landero^{1*}, Marcos Jiménez Casas², Héctor Viveros Viveros³, Valentin José Reyes Hernández², Victor Manuel Cetina Alcalá², Gustavo Ramírez Valverde²

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

² Colegio de Postgraduados

³ Universidad Veracruzana

* Autor para correspondencia: tejeda.landero@gmail.com

La regeneración natural de los bosques es afectada por la remoción de semillas. La actividad de los removedores (i.e. aves, roedores e insectos) puede variar a diferentes altitudes, debido a la producción y disponibilidad de alimento. En este trabajo, se cuantificó la remoción de semillas de *Pinus hartwegii* por varios granívoros en temporada de lluvias, en un gradiente altitudinal (3400, 3600 y 3800 m) en el Monte Tláloc, Estado de México. En cada altitud, se establecieron tres tratamientos con exclusión y uno sin exclusión con cinco repeticiones; se consideró como “remoción” a la semilla faltante después de cada conteo. Se detectaron diferencias significativas entre altitudes, removedores y en su interacción. La altitud no tuvo efecto significativo, pero sí el removedor. En general, se registró 80% más remoción por aves y en espacio abierto, que por roedores e insectos. En la altitud intermedia, se presentó una remoción superior al 47% con respecto al de las otras altitudes, con las aves como los principales removedores. Las poblaciones de árboles forestales en los límites altitudinales extremos producen bajas cantidades de semillas como resultado de la exposición periódica a eventos climáticos extremos (secas y heladas). Por lo tanto, la distribución altitudinal de especies de animales tiene una concurrencia mayor en altitudes intermedias. El granívoro que registró la mayor remoción de semilla fueron las aves, por lo que su efecto en la regeneración natural puede ser mayor, al remover en diferente grado el banco de semillas del suelo forestal.

Palabras clave: granívoros, exclusión, tratamiento, conteo, regeneración natural.

RESTRINGIDA DISTRIBUCIÓN DE LOS PINOS SUBDOMINANTES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA

Altagracia Guerrero Marmolejo^{1*}, Diego R. Pérez Salicrup¹, Miguel Martínez Ramos¹, Isabel Ramírez Ramírez²

¹ Instituto de Investigaciones en Ecología y Sustentabilidad, UNAM

² Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

* Autor para correspondencia: aguerrero@cieco.unam.mx

A pesar de que los pinos poseen alta relevancia ecológica y económica, en México existen vacíos en el conocimiento de los patrones de distribución y establecimiento de sus poblaciones, información indispensable para establecer prácticas de manejo adecuadas para su conservación. El objetivo fue analizar los patrones de distribución y la historia de establecimiento, de cuatro especies de pino subdominantes en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM). Se muestrearon 32 puntos en seis gradientes de 2250 a 3300 msnm. En cada punto se registraron 25 individuos de *Pinus* y *Quercus*, con diámetro a la altura del pecho \Rightarrow 10 cm, más cercanos a una coordenada central. Se extrajeron núcleos de crecimiento de los pinos utilizando un taladro de Presler. Se estimó la densidad de individuos por especie, se obtuvo la estructura de edades y se analizó su historia de establecimiento. Se registraron 466 individuos de pino en 10.2 ha, 9 % correspondieron a las especies subdominantes. Cada especie se registró únicamente en dos puntos, con densidades de 4 a 27 individuos ha⁻¹. La especie dominante se registró en todos los puntos, con un promedio de 55 individuos/ha. Los rangos de edades fueron de 25 a 131 años, con reclutamiento escaso en décadas recientes. La restringida distribución de las especies subdominantes, el tamaño pequeño de sus poblaciones y el escaso reclutamiento indican una condición vulnerable en la zona. Consideramos necesario implementar estrategias de manejo en la RBMM adecuadas, para preservar la diversidad en una zona fundamental para la conservación.

Palabras clave: pérdida de la diversidad de pinos, dendrocronología, disturbios forestales, estructura de edades.

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN PARQUES EÓLICOS EN REYNOSA, TAMAULIPAS

Miguel Santiago Guerrero de León^{1*}, José Israel Yerena-Yamalle¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Luis Gerardo Cuellar-Rodríguez¹, José Manuel Mata-Balderas¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: santiago2997@gmail.com

El Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) es un ecosistema emblemático de la región noreste de México con una superficie de 125,000 km². El caracterizar, medir y analizar la vegetación permite establecer patrones en el ecosistema e identificar especies bandera, calidad y relaciones entre las especies vegetales. El objetivo del estudio fue evaluar la diversidad de las especies leñosas en los parques eólicos Cortijo y Santa Cruz, a través de los índices de riqueza de Margalef y Menhinick y el de diversidad de Shannon. Se realizaron 30 sitios de muestreo de una superficie de 75 m², midiendo el diámetro, altura y diámetro de copa de todos los individuos muestra. El índice de riqueza para las especies leñosas en el parque Cortijo fue mayor con 1.33, mientras que el parque Santa Cruz obtuvo 0.98, el índice de diversidad es similar entre parques, resultó 3.49 en el parque Cortijo y 3.40 en el parque Santa Cruz. El índice de riqueza presentó una diferencia significativa entre ambos parques, denotando que el parque Cortijo alberga una mayor variedad de especies vegetales en comparación con el parque Santa Cruz. Se concluye que el Parque Cortijo muestra valores más altos en los índices de riqueza y diversidad vegetal en comparación con el Parque Santa Cruz, lo que sugiere que podría albergar una mayor variedad de especies vegetales y una distribución más equilibrada de las mismas.

Palabras clave: índices, especies leñosas, impacto ambiental.

SERVICIOS AMBIENTALES DE UN BOSQUE MESOFILO EN HUAYACOCOTLA VERACRUZ.

Julia Marina Morales Gonzalez^{1*}, Efraín R. Ángeles-Cervantes²

¹ Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

² Universidad Nacional Autónoma de México-Fes Zaragoza

* Autor para correspondencia: morales.501j@gmail.com

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) ofrece servicios ambientales que se han cuantificado escasamente. Los objetivos de este trabajo fueron: a) Estimar la cantidad de carbono y agua almacenados en el estrato arbóreo; b) Estimar la conductividad hidráulica en suelo de BMM y pastizal inducido. El estudio se realizó en un predio de BMM en Huayacocotla Veracruz. En el predio se ubicaron tres parcelas de 0.1 Ha. En cada parcela se registró la altura(m), DAP(m), cobertura (m) de todos los individuos arbóreos presentes, para obtener su volumen. Se tomaron muestras de ramas y hojas, y se obtuvo su peso fresco y seco. Con estos datos se estimó la cantidad de carbono y agua almacenados en el estrato arbóreo. La conductividad hidráulica del suelo (Kfs) se registró con el permeámetro Guelph obteniendo tres registros dentro del BMM y tres en pastizal inducido. Resultados. El BMM almacena en el estrato arbóreo un promedio de 113,138 Mg C ha⁻¹ (50.26 Mg C ha⁻¹ - 338,609 Mg C ha⁻¹) y almacena agua con un promedio de 49,740 L. La conductividad hidráulica del suelo (Kfs) del BMM registro un promedio de 2.67 cm/min (= 66,583 L min⁻¹ ha⁻¹) (mínimo 43,011 - máximo 395,591 L min⁻¹ ha⁻¹). Cuando el BMM es transformado a pastizal los valores de Kfs son mínimos o negativos y por ello se generan grandes escurrimientos superficiales y disminuyen los manantiales y el servicio ambiental hidrológico.

Palabras clave: agua arbórea, conductividad hidráulica saturada en campo, bosque húmedo templado, carbono.

USO DE ÁRBOLES NATIVOS EN ÁREAS VERDES URBANAS: TENDENCIAS EN EL NORESTE DE MÉXICO

Eduardo Alanís Rodríguez^{1*}, Arturo Mora Olivo², Gerardo Cuellar Rodríguez¹, Javier Jiménez Pérez¹, Victor Molina Guerra¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

² Universidad Autónoma de Tamaulipas

* Autor para correspondencia: eduardoforestal@gmail.com

El arbolado urbano incluye principalmente especies de origen introducido, aunque cada vez es más común el uso de árboles nativos tanto en México como en otras regiones del mundo. El objetivo principal de este estudio fue documentar el uso de taxones arbóreos en las áreas verdes urbanas del noreste de México. Específicamente, se plantearon las siguientes preguntas: ¿Existen cambios en el uso de especies? ¿A qué se deben esos cambios? ¿Cuál es la tendencia futura en el uso de especies? Para ello, se realizó una búsqueda en internet de artículos sobre el tema en los sitios: ISI Web of Knowledge, EBSCO, SCOPUS y Google académico. Los resultados indicaron que sí hubo cambios en los taxa utilizados. Se identificaron tres periodos: el primero de 1850 a 1980 en el cual se utilizaban, principalmente, especies introducidas como *Fraxinus americana* y *Ligustrum lucidum*; de 1980 a 2000, cuando se inicia el uso de taxones nativos como *Quercus fusiformis*; y del 2000 a la actualidad, en el que se consolida el empleo de especies nativas producidas en viveros locales como Ebenopsis ebano. Los aspectos que detonaron esos cambios fueron las experiencias con las heladas, la generación de evidencia por parte de los académicos, la consolidación de los viveristas en la región y la creación y gestión de la Asociación Mexicana de Arboricultura. La tendencia futura apunta hacia la reforestación de las áreas verdes urbanas del noreste de México con especies nativas.

Palabras clave: arbolado, áreas verdes, especies introducidas, especies nativas, parques públicos, zonas urbanas.

VARIABILIDAD DE RASGOS FUNCIONALES DE HOJA Y TALLO EN ENCINOS (*Quercus*, *Fagaceae*), UNA RESPUESTA A LA HETEROGENEIDAD AMBIENTAL.

Liliana Elizabeth Rubio Licona^{1*}, J. Jesús Vargas Hernández¹, Teresa M. Terrazas Salgado², Armando Gómez Guerrero¹, Gregorio Ángeles Pérez¹, Oswaldo Téllez Valdés³

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

² Instituto de Biología, UNAM

³ Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

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

La clasificación de estrategias ecológicas de las plantas, está basada en el espectro de variación de sus rasgos funcionales, esto implica una coordinación de rasgos entre órganos. El objetivo fue analizar la variabilidad de rasgos funcionales del tallo y hoja para identificar estrategias ecológicas de especies de encino, que segregan a lo largo de gradientes de disponibilidad de agua. El estudio se llevó a cabo en dos montañas que comparten una alta proporción de especies, pero difieren en clima. A lo largo del intervalo de distribución altitudinal de las especies, se establecieron pisos de 100 m y en cada uno se eligieron tres árboles por taxón. De cada individuo se tomaron muestras de follaje y madera en las que se evaluaron once rasgos funcionales. Un análisis de componentes principales mostró que el conjunto de especies presentó mayor variación en los rasgos foliares relacionados con la eficiencia fotosintética y el intercambio de gases (PC1=30.5%; proporción de parénquima en empalizada y esponjoso, largo y ancho de estomas); el segundo eje de variación estuvo definido por rasgos concernientes a la seguridad hidráulica (PC2=12.6%; intensidad de caída de hojas y frecuencia de vasos). Además, un modelo anidado de varianza mostró diferencias significativas entre las montañas y/o altitudes, en los rasgos funcionales de las ocho especies estudiadas. Algunas especies, como *Q. crassipes* y *Q. rugosa*, sólo exhibieron variación en rasgos foliares mientras que otras, como *Q. candicans* y *Q. laurina*, también la presentaron en la madera, lo cual revela diferentes estrategias ecológicas de las especies.

Palabras clave: adaptación, madera, parénquima foliar, estomas, vasos, caída de hojas.

VEGETACIÓN ARBÓREA EN LA COMUNIDAD DE EL ASERRADERO, MUNICIPIO DE ILIATENCO, GUERRERO

Marisa Silva Aparicio^{1*}, Jacob Pacheco Flores¹

¹ Universidad Intercultural del Estado de Guerrero

* Autor para correspondencia: marucha21048@gmail.com

El objetivo de esta investigación fue determinar la estructura y composición de la comunidad de especies arbóreas en los bosques de El Aserradero, Iliatenco. Los muestreos se realizaron en seis puntos seleccionados previamente, en los cuales se establecieron conglomerados. Se registró la altura total, el diámetro normal y la cobertura de copa de cada individuo registrado. Se calcularon los parámetros estructurales de dominancia, frecuencia y densidad relativa, con los que se determinó el Índice de Valor de Importancia (IVI), mientras que para el Valor Forestal (IVF) se calculó con el valor relativo y absoluto de las variables dasométricas registradas. La diversidad alfa fue estimada por los índices de Shannon-Wiener, Simpson y la serie de número de Hill; la diversidad beta se calculó con coeficiente de similitud de Jaccard. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para reconocer diferencias de las variables dasométricas entre los conglomerados. Se registraron 21 especies de 13 géneros, pertenecientes a 12 familias, en donde las especies más frecuentes fueron *Byrsonima crassifolia* y *Pinus oocarpa*, esta última también fue la más abundante. La diversidad estimada con el índice de Shannon-Wiener mostró un valor de 1.55 para la diversidad alfa, mientras que la similitud entre los conglomerados mostró valores entre 0.1 a 0.5 de similitud. Las especies con un alto IVI y el IVF fueron *P. oocarpa*, *B. crassifolia*, *C. lanata* y *Q. glaucescens*. Reconocer la estructura de los bosques es de gran relevancia, ya que esta información permite planificar su manejo de manera sostenible.

Palabras clave: abundancia, composición, diversidad, valor forestal, valor de importancia.

ANÁLISIS DEL ÁREA TRANSITADA POR VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN EL CENTRO ECOTURISTICO MEXIQUILLO, PUEBLO NUEVO, DURANGO

Leira Dinora Hernández Rivas^{1*}, Wibke Himmelsbach², María Inés Yáñez Díaz²,
Marco Antonio González Tagle², Oscar Alberto Aguirre Calderón²

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

² Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: dinorahdez_91@hotmail.com

En los últimos años, el turismo de naturaleza ha aumentado considerablemente en el estado de Durango, específicamente en el centro ecoturístico Mexiquillo. El presente trabajo tuvo como objeto evaluar el impacto del tránsito no canalizado en la cobertura de la vegetación del centro ecoturístico Mexiquillo. Se realizó una comparación del área entre fechas antes del auge turístico y después para ver cambios cuantitativos en la cobertura de la vegetación. Usando imágenes satelitales, se generaron mapas con información sobre la cobertura vegetal y la densidad de caminos y senderos, o áreas transitadas con la ayuda de un sistema de información geográfica (SIG; QGIS 3.16). Además, se georreferenciaron caminos y senderos con un GPS en campo recorriendo el parque. Se obtuvieron los índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) para los periodos del 2000 - 2010 y 2014 -2023. De esta manera se analizaron los cambios en la cobertura de la vegetación. Resultó que el aumento del tránsito turístico en el centro ecoturístico Mexiquillo ha provocado la apertura de nuevos caminos y senderos, así como se ha afectado negativamente la vegetación de herbáceas. De esta manera, se espera resaltar la importancia de la organización del tráfico turístico.

Palabras clave: densidad de caminos, centro ecoturístico, imágenes satelitales, turismo, SIG.

PROGRAMA DE MANEJO DEL TURISMO DE NATURALEZA EN EL CENTRO DE ECOTURISMO MEXIQUILLO

Guadalupe Efraín González Rivas^{1*}, Benedicto Vargas Larreta², José Encarnación Lujan Soto², José de Jesús Graciano Luna²

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

² Instituto Tecnológico de El Salto

* Autor para correspondencia: mexiquillo2011efras@hotmail.com

El objetivo del presente trabajo fue elaborar un plan de manejo del turismo de naturaleza para el centro de ecoturismo Mexiquillo, como una herramienta estratégica para el desarrollo sostenible del ejido La Ciudad, Pueblo Nuevo, Durango. El trabajo se desarrolló en cuatro etapas. La primera consistió en el establecimiento de la línea base, con la finalidad de conocer el estado actual de los recursos naturales existentes en el área de estudio. En la segunda etapa se identificaron y evaluaron los impactos ambientales identificando que el principal problema es la falta de cultura de los pobladores respecto a la conservación y concienciación ambiental, así como el bajo nivel de compromiso de las autoridades ejidales y municipales afectando el entorno natural y paisajístico del Ejido. En la tercera etapa se propuso la planificación estratégica, formulando programas destinados a la recuperación y conservación del centro de ecoturismo y la formación micro-empresarial en turismo sostenible. La última etapa consistió en la reglamentación del ordenamiento del centro para definir las medidas de prevención, control y monitoreo de la contaminación ambiental; esta herramienta será clave para comprometer a la población y autoridades a llevar a cabo una mejor administración y gestión ambiental en Mexiquillo. El plan de manejo de Mexiquillo conducirá hacia el uso sostenible de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

Palabras clave plan de Manejo, ecoturismo, ordenamiento, reglamento.

RECURSOS NATURALES CON POTENCIAL TURÍSTICO EN LA RESERVA ECOLÓGICA BAITQUIRÍ, GUANTÁNAMO, CUBA

Erlis Rodríguez Vargas^{1*}, Yudemir Cruz Pérez², Idiel Alejandro Pineda Sardina³

¹ Universidad de Guantánamo, Departamento de Ciencias Forestales, Cuba

² Facultad de Turismo, Universidad de la Habana, Cuba

³ Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal

* Autor para correspondencia: erlisrv1992@gmail.com

El trabajo se realizó en el bosque semideciduo micrófilo de la Reserva Ecológica Baitquirí (REB), en el período comprendido entre enero de 2022 a octubre de 2022. El objetivo de investigación fue diagnosticar las potencialidades turísticas de los recursos naturales de la REB. Se levantaron un total de 25 parcelas de 20 m x 25 m (500 m²), distribuyéndose de forma aleatoria, contabilizando las especies florísticas presentes en los diferentes estratos, a las cuales se les determinó el diámetro mediante la cinta diamétrica y la altura con el Hipsómetro de Suunto. Se determinó la estructura horizontal del bosque mediante la diversidad beta. De igual forma se realizó inventario de atractivos turísticos, en base a ello se realizó la respectiva ponderación y jerarquización. El área estuvo caracterizada por la presencia especies como: *Coccothrinax litoralis*, *Gymnanthes lucida* y *Amyris elemifera* siendo las de mayor importancia ecológica. Se identificaron y clasificaron 8 atractivos correspondientes a la categoría de sitios naturales y donde se evidenció que el 100% poseen jerarquía I. En relación con las actividades turísticas, se debe implementar y proveer de todo el equipamiento necesario, ya que los recursos tienen un potencial alto y además de ser zonas conservadas en las cuales se pueden realizar una serie de actividades como: caminatas, aviturismo, ecoturismo, turismo de naturaleza, interpretación ambiental y cultural, turismo de aventura (paseo en canoa o bote), turismo medicinal, pesca deportiva.

Palabras clave: inventario, importancia ecológica, atractivos turísticos.

CAPÍTULO VI

Recursos genéticos forestales

CALIDAD DE PLANTA DE *Pinus pseudostrobus* LINDL., BAJO SISTEMAS DE FERTIRRIEGO, MEZCLAS DE SUSTRATO Y TIPOS DE CONTENEDOR

Luis Enrique Martínez Velasco^{1*}, Miguel Ángel López López¹, Victor Manuel Cetina Alcalá¹, Teresa Margarita González Martínez¹, Leopoldo Mohedano Caballero²

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad Autónoma Chapingo

* Autor para correspondencia: martinez.enrique@colpos.mx

La efectividad de los proyectos de restauración forestal y plantaciones forestales comerciales, depende en parte de la calidad de la planta utilizada y ésta, de su manejo en vivero. El objetivo fue relacionar la calidad de plántulas de *Pinus pseudostrobus* con variados tratamientos bajo distintos sistemas de producción. Se estableció un experimento de vivero en el Ejido Palo Bendito, Huayacocotla, Ver., bajo un diseño factorial con arreglo completamente al azar, se aplicaron 18 tratamientos para evaluar el efecto del tipo de contenedor, sistema de fertirriego y mezcla de sustrato en el desarrollo morfológico, calidad y estado nutrimental de las plántulas. Mediante una comparación de medias de Tukey (alfa=0.05), se observó que el uso de sustrato a base de fibra de coco y el fertirriego aéreo (Multicote) permiten un mayor crecimiento en diámetro (3.052 y 2.948 mm respectivamente); mientras que el uso de tubete y el sustrato mencionado induce un mayor desarrollo en biomasa radical (0.384 y 0.357 g). El ahorro en gasto de agua por medio del sistema de subirrigación fue del 73% en comparación con fertirriego aéreo. Conclusiones: el empleo de tubete, fertirriego aéreo y fibra de coco, dio como resultado plántulas con mejores atributos morfológicos e índices de calidad, y sus concentraciones nutrimentales son cercanas a las concentraciones críticas para la especie de estudio. El sistema de subirrigación permite eficientar el proceso de nutrición de las plántulas, y el uso del agua y materiales fertilizantes; además permite producir planta con la misma calidad que el sistema tecnificado.

Palabras clave: sistema de subirrigación, índice de calidad de planta, estado nutrimental, sistema tecnificado.

CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *Cedrela odorata* L. EN VIVERO

Jorge Reyes Reyes^{1*}, Juan Francisco Aguirre Medina¹, Diego Armando Damián Carrión², Agustín Merino García³

¹ Universidad Autónoma de Chiapas

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

³ Universidad de Santiago de Compostela

* Autor para correspondencia: jorge.reyes@unach.mx

La aplicación de fertilizantes en la producción de plantas de especies forestales en vivero es importante, ya que un régimen adecuado mejora la calidad y favorece el desempeño en el sitio definitivo de su plantación. El objetivo del estudio fue analizar el efecto de diferentes mezclas de sustratos a base de residuos agroindustriales en la producción de biomasa y contenido de nutrientes de plantas de *Cedrela odorata* L. en vivero. La producción de plantas se realizó en contenedores de plástico rígido de 24 cavidades de 150 mL y como sustrato siete mezclas a base de combinaciones de cascabillo de café, fibra del coquillo de la palma de aceite, aserrín, fibra de coco, bagazo de caña y la mezcla estándar (Peat moss®, agrolita y vermiculita). Se realizaron aplicaciones del fertilizante foliar Gro-Green® 20-30-20 y del fertilizante granulado Nitrofoska® 20-10-10. A los 4 meses se midieron las variables de crecimiento, posteriormente las plantas fueron destruidas y separadas en raíz, tallo y hojas para cuantificar su contenido de N, P y K. En general, la mezcla estándar, generó mayor crecimiento en altura, diámetro y producción de biomasa ($P < 0.05$). La fertilización y las mezclas de sustratos afectaron la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu y B en componentes de raíz, tallo y hojas. La mezcla compuesta de residuos agroindustriales promueve el crecimiento morfológico en el contenido de nutrientes en plantas de *C. odorata*, previo a su establecimiento en campo.

Palabras clave: calidad de planta, crecimiento morfológico, biomasa, fertilización, sustratos.

EFFECTO DE BIOSÓLIDOS EN LA CALIDAD DE PLANTA Y ESTADO NUTRIMENTAL DE *Pinus leiophylla* SCHIEDE EX SCHELECHTENDAL & CHAMISSO

Pedro Sinai Rivera Torres^{1*}, Jorge Flores Velázquez², Miguel Ángel López López³, Abdul Khalil Gardezi², Carlos Ramírez Ayala², Erickson Basave Villalobos⁴

¹ Colegio de Postgraduados

² Posgrado en Hidrociencias, Colegio de Postgraduados

³ Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados

⁴ Campo Experimental Valle del Guadiana, CIR Norte Centro, INIFAP

* Autor para correspondencia: psriveratorres@gmail.com

La enorme producción de biosólidos en México, los cuales contienen materia orgánica y nutrientes, representa una alternativa de uso como sustrato en la producción de planta. Se estableció un experimento en vivero para determinar su efecto en la producción de *Pinus leiophylla* sobre sus variables morfológicas y su estado nutricional. Se probaron tres factores; 1 sustrato: dos mezclas compuestas por turba de musgo, vermiculita y agrolita en proporciones 60-30-10 y 50-40-10; 2 fertilización: dos dosis 2 y 5 g L⁻¹ de fertilizantes de liberación controlada; y 3 biosólidos: tres dosis 0, 1 y 2 L. A los 10 meses después de la germinación la interacción de los biosólidos con los demás factores fue significativa para el diámetro al cuello de la raíz (DCR) (P<0.03), y para la altura total de la planta (AT) (P<2.43 e5). En cuanto al Índice de Calidad de Dickson (ICD), dentro del grupo de respuesta con mayor valor (1.3) se incluyeron los individuos con la dosis baja de biosólidos, superando a los que no les aplicó (0.73). En comparación con el testigo, los tratamientos con biosólidos mostraron una diferencia significativa en la concentración de N (P<0.005), P (P<0.0005), Mg (P<0.006) y Mn (P<0.0005); pero no en K (P<0.06) ni en Ca (P<0.15). Los resultados sugieren que la dosis baja de biosólidos (1 L), mezclada con fertilizantes de liberación controlada, resultan favorables en el aumento de la altura total, diámetro al cuello de la raíz, ICD y concentraciones foliares de macronutrientes de *Pinus leiophylla* en vivero.

Palabras clave: vivero, sewage sludge, nutrientes, fertilización, ocote chino.

EFEECTO DE SUELO LUVISOL Y SUSTRATO COMPOST PARA LA PRODUCCIÓN DE *Pinus michoacana* Y *Pinus michoacana* VAR. CORNUTA

Pablo Ayala Hernández¹, María Guadalupe Octaviano Castro¹, Manuel Gutiérrez Castillo², María Alcalá de Jesús¹, María Elena Granados García^{1*}

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Comisión Forestal del Estado de Michoacán Delegación VII Pátzcuaro/Zirahuén

* Autor para correspondencia: marihelenal7@gmail.com

Los bosques del estado de Michoacán han sido afectados por actividades humanas variadas, ocasionando pérdida de suelo, erosión y formación de cárcavas. La introducción de especies adecuadas para forestar y recuperar paulatinamente la cobertura vegetal es necesaria, por lo que el objetivo del trabajo fue identificar el efecto de suelo y tres sustratos, sobre la germinación y crecimiento de *Pinus michoacana* y *Pinus michoacana* var. cornuta, para forestar áreas de cárcavas. Se colectaron las semillas, se pretrataron con una solución biofungicida, se germinaron aquellas que se fueron al fondo del recipiente durante el pretratamiento en los sustratos: Mull, Mull forestal y compost tipo Bocashi y en suelo: conservado, zona alta y cárcava, registrándose la tasa de crecimiento relativo en altura y diámetro (RGR). La germinación de ambas especies fue mayor en Bocashi y en el área conservada y menor en el suelo de cárcavas. El potencial germinativo fue mayor para *P. michoacana*. La RGR en altura tuvo diferencias significativas $p=0.0000$ entre sustratos, alta en Mull forestal para ambas especies, en Bocashi para *P. michoacana* y en suelo conservado y zona alta para *P. michoacana* var. cornuta, La respuesta de RGR en diámetro tuvo diferencias significativas en sustratos y suelos $p=0.0000$, en general fue alta en Bocashi y contrastada para *P. michoacana* var. cornuta, siendo alta en suelo conservado y nulo en cárcavas. El potencial germinativo fue mayor en Bocashi y suelo conservado, los sustratos y el suelo conservado favorecieron el desarrollo en altura; Bocashi, Mull y suelo conservado, en diámetro.

Palabras clave: cárcava, bocashi, tasa de crecimiento relativo, erosión.

EFECTO DEL SUSTRATO SOBRE EL DESARROLLO TEMPRANO DE ESPECIES DE PINO EN CONDICIONES DE VIVERO RÚSTICO

Bryan Adrian Agustín Cabrera^{1*}, Pablo Ayala Hernández¹, Manuel Gutiérrez Castillo²,
María Elena Granados García¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Comisión Forestal del Estado de Michoacán, Delegación VII Pátzcuaro/Zirahuén

* Autor para correspondencia: 1719905x@umich.mx

La producción de planta es una práctica común en muchos viveros del Estado de Michoacán, usando turba orgánica y compuestos minerales como sustrato, por lo que el desarrollo de las plantas se logra con fertilizantes químicos, lo que significa altos costos de producción y contaminación ambiental. En este contexto, el objetivo fue producir plantas de pino de *P. michoacana*, *P. Michoacana* variedad cornuta, *P. tenuifolia*, *P. lawsonii*, *Pinus patula* y *P. pseudostrobus* en sustratos de diferente composición. Las semillas de todas las especies fueron sumergidas en una solución de *Trichoderma harzianum* al 1 % durante tres días, renovando la solución cada día. Al tercer día, las semillas del fondo de la solución se secaron para su germinaron en los sustratos: Mull Forestal y Compostado tipo Bocashi, donde continuaron su desarrollo hasta el estadio de plántula, en condiciones de vivero rústico. Se determinó la Tasa de Crecimiento Relativo (RGR) en altura y diámetro, para diferenciar el efecto del sustrato. Encontramos diferencias significativas tanto en altura (RGR altura) y diámetro (RGR diámetro) entre sustratos $p=0.0000$, habiendo una mayor RGR en altura (1.1 cm) y diámetro (0.6 mm) en Bocashi. En general, se encontraron diferencias significativas entre especies $p=0,0000$, la especie con mayor RGR fue *P. patula* en altura (1.4 cm) y en diámetro (0.7 mm); la especie con menor RGR en altura (0.6 cm) y diámetro (0.1 mm) fue *P. michoacana* var. *cornuta*. La estructura química y física de Bocashi (datos no mostrados) favoreció el desarrollo temprano de las plántulas de pino.

Palabras clave: bocashi, plantas de pino, producción de planta, tasa de crecimiento relativo.

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Taxus globosa* SCHLTDL.

Jeniffer Ivette Vargas Abonce^{1*}, Marcos Jiménez Casas¹, Javier López Upton¹, Gregorio ángeles Pérez¹, Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez², Liliana Muñoz Gutiérrez³

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

² CNRG-INIFAP

³ CENID COMEF-INIFAP

* Autor para correspondencia: vargasaji@hotmail.com

Taxus globosa Schltdl. se encuentra bajo protección especial debido a que sus poblaciones son pequeñas y escasas. Esta conífera tiene un éxito reproductivo reducido por su limitada y deficiente producción de semillas. El enraizamiento de estacas representa una oportunidad para su propagación y conservación, pero poco se sabe sobre su capacidad para enraizado, ya que varios factores están involucrados en este proceso. Se evaluó el efecto de las auxinas (AIB) (0 vs. 10,000 ppm), el sexo (machos vs. hembras) y la madurez del tejido (joven vs. maduro), sobre el enraizamiento de estacas; en un ensayo en camas de enraizamiento bajo un diseño en bloques completos al azar y arreglo factorial. La supervivencia, desarrollo de callo, porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces fueron registrados durante siete meses. El AIB favoreció el enraizamiento 4.5 veces más que en el testigo (18 vs. 4%). Las estacas jóvenes en combinación con AIB tuvieron mayor porcentaje de supervivencia (53 vs. 20%), formación de callos (51 vs. 19%) y enraizamiento (32 vs. 7%) que los tejidos maduros; y los machos con mejor enraizamiento que las hembras (14 vs. 9%). El número y la longitud de raíces formadas sin diferencias entre tratamientos. Las estacas de *T. globosa* tuvieron capacidad de enraizar a pesar de ser de difícil enraizamiento. Se han reportado mejores resultados para *Taxus* spp., por lo que los porcentajes obtenidos se pueden mejorar probando con tejidos jóvenes, concentraciones de AIB, tipo de sustrato (perlita) y manteniendo humedad relativa alta con temperatura constante.

Palabras clave: *Taxus globosa*, enraizamiento, estacas, aib, madurez, sexo.

ENRAIZAMIENTO Y DESARROLLO DE ESQUEJES DE *Pinus chiapensis* EN RESPUESTA AL ÁCIDO INDOL-BUTÍRICO Y SUSTRATOS EN VERACRUZ

Edison Armando Díaz Álvarez^{1*}

¹ Universidad Veracruzana

* Autor para correspondencia: edisondiaz@uv.mx

Pinus chiapensis es una especie endémica y amenazada de México y Guatemala, con baja supervivencia de plántulas a partir de semillas, y pocos protocolos de propagación asexual. Por ello, mediante un experimento de invernadero, primero, comparamos la capacidad de producción y desarrollo de esquejes de plantas madre producidas de árboles seleccionados en seis lugares. Segundo, evaluamos después de 22 semanas, las respuestas de desarrollo de dichos esquejes, incluyendo, supervivencia, producción de raíces, longitud de raíz y esqueje, en dos sustratos con cuatro concentraciones de ácido-indolbutírico. Encontramos diferencias en la producción de esquejes y desarrollo entre los sitios. Las plantas de Zapotitlán alcanzaron mayor rendimiento con 4.28 ± 0.36 esquejes por planta y 1.9 ± 0.08 cm de largo ($p < 0.05$). La supervivencia de esquejes osciló entre 68.6 y 100% en todos los tratamientos. El mayor porcentaje de esquejes enraizados (100%) observados en el sustrato B a 1000 ppm de ácido-indolbutírico. La mayor producción de raíces de 3.2 ± 0.21 por esqueje, el mayor crecimiento de raíces de 4.5 ± 0.8 cm y el mayor crecimiento de esquejes de 5.5 ± 0.26 cm se observaron para el sustrato B a 1000 ppm de ácido indol-butírico ($p < 0.05$). La procedencia de las semillas puede jugar un papel fundamental en la producción de plantas madres y esquejes. La producción de esquejes enraizados es una alternativa viable para la producción masiva de árboles superiores que en conjunto con programas de mejoramiento genético pueden contribuir a la implementación de plantaciones comerciales locales que pueden reducir la presión extractiva sobre las pocas poblaciones relictuales remanentes de esta especie.

Palabras clave: especie amenazada, mejoramiento genético, plantaciones comerciales, propagación vegetativa.

EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE *Brosimum alicastrum* SWARTZ PROPAGADO DE MANERA SEXUAL Y ASEJUAL, EN CHAMPOTÓN, CAMPECHE

Edgar Padilla Herrera¹, Carlos Antonio Ortigoza-García², Manuel Alejandro Morón-Rangel³, Brenda Avilés-Macías³, Alfredo Esteban Tadeo-Noble², Priscila Anaíd Rivera-Cruz³, Jaime Bautista-Ortega², Javier Enrique Vera-López², Alberto Santillán-Fernández^{2*}, Benigno Rivera-Hernández⁴, Eugenio Carrillo-Ávila²

¹ Colegio de Postgraduados Campus Campeche

² Biosat. Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Champotón, Campeche, México

³ UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

⁴ Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco, México

* Autor para correspondencia: santillan.alberto@colpos.mx

Brosimum alicastrum (Ramón) es una especie arbórea con amplio potencial para la alimentación animal y humana, que se distribuye de manera natural con nulo manejo silvícola. El objetivo de este estudio fue determinar que técnica asexual produce los mejores individuos, mediante un análisis de calidad de parámetros dasométricos, para asociarlos con su sobrevivencia en una plantación. Para ello, en noviembre de 2022 se propagaron de manera sexual y asexual: acodo (Tierra de monte, y Peatmoss) e injerto (Corona, Yema, Chapado lateral, e inglés simple); 20 individuos de casa tipo. Se evaluó su sobrevivencia en vivero durante tres meses, y su adaptación en una plantación de marzo a junio de 2023. Las variables analizadas fueron Altura Total, Diámetro Basal y Número de Hojas. Se encontró que el porcentaje de prendimiento para los cuatro tratamientos de injerto fue superior al 85%. No obstante, a los tres meses para el tratamiento Injerto_Yema no sobrevivió ningún ejemplar. Para Acodo el porcentaje de sobrevivencia fue: Tierra de Monte (90%), y Peatmoss (80%); y para los ejemplares propagados mediante semilla el porcentaje de germinación fue superior al 70%. De marzo a junio, las mejores características dasométricas se presentaron en aquellos ejemplares propagados mediante semilla. Sin embargo, al analizar los incrementos en las variables dasométricas, se encontró que los ejemplares de Acodo_Tierra tuvieron los mayores crecimientos e incluso presentaron los porcentajes de floración y producción de frutos más altos. Las técnicas asexuales mostraron ser más eficientes al acortar los ciclos de producción de la semilla de Ramon.

Palabras clave: acodo, injerto, ojite, ojoche, oox.

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE PLANTA Y DESARROLLO DE DOS ESPECIES DE *Pinus* PRODUCIDA EN VIVERO EN EL ESTADO DE GUERRERO

Beatriz Calleja Pelaez^{1*}, Bernardo López López², Isaia Trinidad Porfirio², Marisa Silva Aparicio²

¹ Universidad Autonoma de Nuevo Leon

² Universidad Intercultural del Estado de Guerrero

* Autor para correspondencia: beatriz.calleja07@gmail.com

La producción de plantas de calidad proveniente de los viveros forestales contribuye a la supervivencia de especies forestales implementadas en una reforestación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo de variables dasométricas y la calidad de planta de *Pinus patula* y *Pinus ayacahuite* en un vivero de la Universidad Intercultural del Estado de Guerrero. Se seleccionaron de manera aleatoria 20 plantas por especie a los 23 meses de edad en un lote de 1200 plantas. Las variables medidas fueron: altura (cm), diámetro basal (mm), biomasa aérea y radical (g) en estado fresco y seco que sirvieron para estimar los índices de calidad de planta. Las especies mostraron diferencias significativas en diámetro basal donde *P. patula* y *P. ayacahuite* mostró valores de 5.42 ± 1.03 , 4.75 ± 0.74 mm ($p = 0.023$), altura 41.27 ± 5.73 cm, 18.35 ± 5.15 cm ($p < 0.001$), biomasa 13.13 ± 3.35 , 9.19 ± 2.24 g ($p = 0.002$) respectivamente. Los valores obtenidos para la calidad de planta en *P. patula* y *P. ayacahuite* fueron: 35.81-36.23 (índice de lignificación), 7.82-3.95 (índice de robustez), 1.49-0.36 (Relación BSA/BSR) y 1.35-2.39 (Índice de Dickson), respectivamente. En base a la relación diámetro basal-biomasa total se evidencio buena correlación con un valor de $r = 0.87$ y $p < 0.001$ en *P. ayacahuite* y *P. patula* con $r = 0.704$ y $p < 0.001$. Las especies producidas en vivero presentan una buena y alta calidad para su implementación en programas de reforestaciones y así poder generar un impacto positivo en la restauración de las áreas degradadas de la región Montaña del estado de Guerrero.

Palabras clave: *Pinus patula*, *Pinus ayacahuite*, correlación, supervivencia, Guerrero.

EVALUACIÓN DE MEZCLAS CON SUSTRATOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE *Pinus cooperi* EN VIVERO.

José Carlos Monárrez González^{1*}, Juan de Dios García Gándara², Ricardo Martínez Casas³, Manuel Antonio Galindo Reyes¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

² Universidad Juárez del Estado de Durango

³ Instituto Politecnico Nacional

* Autor para correspondencia: monarrez.jose@inifap.gob.mx

En los viveros forestales, para la producción de planta forestal en contenedor, se utiliza en su mayoría como sustrato una mezcla base (turba al 55%, vermiculita al 24%, agrolita al 21% y fertilizante de lenta liberación a razón de 3 a 6 g por litro), la cual tiene un costo variable ya que se compone de materiales que son importados, lo que hace necesario buscar sustratos alternativos de preferencia de la región, que mantengan la calidad de planta y disminuyan los costos de producción. El objetivo fue determinar cuál es la mezcla con sustratos alternativos que favorece el desarrollo y la calidad de planta de *Pinus cooperi* en vivero. La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del vivero forestal del campo experimental Valle del Guadiana del INIFAP, Durango. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con seis tratamientos: 50% corteza compostada + 50% aserrín nuevo, 75% bioforestal + 25% agrolita, 35% corteza cruda + 30% aserrín viejo + 35% bioforestal, 40% corteza cruda + 60% aserrín viejo, 70% corteza compostada + 30% peat moss, 100% mezcla base. Las variables evaluadas fueron: altura, diámetro del cuello, producción de biomasa aérea, producción de biomasa radical y total, índice de robustez, índice de calidad de Dickson e índice de lignificación. La mezcla de 70% corteza compostada y 30% peat moss mostro ser una buena alternativa para la producción de planta en vivero y finalmente es recomendable el darle seguimiento a este trabajo para poder evaluar el comportamiento en campo.

Palabras clave: aserrín, corteza, lignocelulosa, producción de planta.

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTA EN VIVERO DE *Tabebuia rosea* (BERTOL.) DC. EN CHENALHÓ, CHIAPAS, MÉXICO.

Reynol Fierros Mateo^{1*}, Mario Abiquel Pérez Martínez¹, Esperanza López de la Cruz¹, Ricardo López Sarmientos¹, Augusto Sergio Zapata Domínguez¹, Erickson Basave Villalobos², Martín Aquino Ramírez³

¹ Universidad para El Bienestar Benito Juárez García, Sede Chenalhó, Chiapas, México.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRnoc, C. E. Valle del Guadiana, Durango, México.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIR-Sureste Campo Experimental Edzná. Campeche, México.

* Autor para correspondencia: fierros_mateo@hotmail.com

En México, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. es una especie de importancia debido a que aporta servicios al ambiente tales como; conservación del suelo, refugio para fauna, regulación de ruido y calidad del aire, sin embargo, fue muy explotada en la Península de Yucatán, por lo que sus existencias son pobres. El objetivo del presente trabajo fue evaluar cinco combinaciones de sustratos para producir plantas de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. en Chenalhó, Chiapas. Los sustratos probados fueron; 60% tierra de monte y 40% arena (tratamiento 1), 75% tierra de monte y 25% arena (tratamiento 2), 50% tierra de monte, 20% arena y 30% aserrín (tratamiento 3), 50% tierra de monte, 30% arena y 20% aserrín (tratamiento cuatro) y 80% tierra de monte 20% arena (tratamiento testigo). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos y 100 repeticiones por tratamiento, para un total de 500 plantas. Las evaluaciones se realizaron en los meses de marzo a junio. Las variables respuesta fueron: altura (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm), índice de robustez (IR) y número de hojas. Se realizó un análisis de varianza en el paquete estadístico Infostat®, y una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% para identificar el mejor sustrato. El análisis de varianza presentó diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Tukey demostró que el tratamiento 2 presentó las mayores dimensiones en altura, diámetro, IR y mayor número de hojas. Las menores dimensiones fueron obtenidas con el tratamiento 4.

Palabras clave: diseño experimental, sustratos, plantas, análisis de varianza, variables, dimensiones.

GERMINACIÓN DE CHILE CHILTEPÍN (*Capsicum annuum* L. VAR. *Glabriusculum*) CON DIFERENTES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Santiago Carranco Valladares^{1*}, Homero Alejandro Gárate Escamilla², Aldo Tovar Cardenas¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

*Autor para correspondencia: tiago.forestal@gmail.com

El chile chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *Glabriusculum*) es una especie silvestre de interés comercial que se distribuye ampliamente. El identificar un tratamiento eficiente para aumentar el porcentaje de germinación es de suma importancia. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue comprobar el tratamiento pregerminativo más eficiente en semillas de chiltepín, procedentes de la comunidad Mazocahui en Sonora. La metodología consistió en sumergir semillas en diferentes tratamientos pregerminativos: (T1) testigo, (T2) ácido giberelico 250 ppm, (T3) ácido giberelico 500 ppm, (T4) 6h en el congelador, (T5) en agua caliente por 20 min. y (T6) en agua al tiempo por 72h; después se colocaron en dos germinadoras a diferentes temperaturas: 25 °C y a 28 °C. Se colocaron 100 semillas por tratamiento en cada temperatura. Para identificar las diferencias entre tratamientos y temperaturas se realizaron análisis de varianza. Los resultados indican que no existen diferencias significativas en la germinación a diferentes temperaturas ni entre tratamientos T1, T2, T3 y T6, mostrando una germinación promedio de 84, 86, 82 y 84 % respectivamente. Los T4 y T5 tuvieron diferencias significativas entre tratamientos y temperaturas, las semillas congeladas tuvieron una germinación promedio de 54%, mientras que las semillas sumergidas en agua caliente no tuvieron germinación. En todos los tratamientos en los que la semilla germinó, los días 12 y 13 fueron los que tuvieron mayor número de semillas germinadas. Se concluye que es recomendable no utilizar agua caliente ni congelación, para evitar perder la viabilidad de la semilla.

Palabras clave: ácido giberelico, porcentaje de germinación, semilla, tiempo de germinación.

INJERTOS INTERESPECÍFICOS DE PINO A TRES ALTURAS DE INJERTADO

Benito González Jiménez¹, Marcos Jimenez Casas^{1*}, Javier López Upton¹, Miguel ángel López López¹, Rodrigo Rodriguez Laguna¹

¹ Colegio de Postgraduados

*Autor para correspondencia: marcosjc09@gmail.com

En injertos interespecíficos se busca incrementar la productividad o conferir resistencia a estrés abiótico; y la altura de injertado puede influir en el éxito y crecimiento del injerto. El objetivo fue evaluar la compatibilidad del injerto entre púas de *Pinus patula* sobre patrones de *Pinus greggii* a tres alturas de injertado. Las púas se recolectaron de un genotipo superior de *P. patula* (clon G114). Las cuales fueron injertadas sobre patrones de su misma especie y de *P. greggii* a tres diferentes alturas a partir de la base del tallo del patrón (5, 15 y 20 cm). El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con arreglo factorial y cuatro repeticiones. Se evaluó el prendimiento, la supervivencia, el crecimiento en longitud y el diámetro de la púa y la longitud de acículas. En general se obtuvo un prendimiento de 98% y una supervivencia de 93%; los injertos crecieron en longitud 37.7 cm en promedio, independientemente de la especie de patrón. Los injertos sobre *P. greggii* superaron por 0.3 mm el incremento en diámetro a los de *P. patula*. Las púas injertadas a 15 y 20 cm superaron en promedio por 10 cm a las injertadas a 5 cm. Con los injertos interespecíficos se favoreció el crecimiento; y al injertar la púa más cerca del ápice, aumenta el crecimiento del injerto. La compatibilidad entre las especies probadas y la mayor altura del punto de enjertación afectaron positivamente la supervivencia y crecimiento de los injertos.

Palabras clave: mejoramiento genético, clonación, producción de planta, compatibilidad interespecífica.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE SEMILLAS DE SAMANDOQUE (*Hesperaloe funifera* (K. KOCH) TREL.)

David Castillo Quiroz¹, Adriana Antonio Bautista^{2*}, Francisco Castillo Reyes³, Joel Pájaro Lopez⁴, J. Trinidad Sáenz Reyes⁵

¹ INIFAP

² UAAAN Departamento Fitomejoramiento

³ Campo Experimental Saltillo INIFAP

⁴ UAAAN Departamento de Botánica

⁵ Campo Experimental Uruapan INIFAP

* Autor para correspondencia: adisanba@gmail.com

El samandoque (*Hesperaloe funifera*) es una especie nativa de Norteamérica que se distribuye en las zonas semiáridas del centro y norte de México y sur de Estados Unidos. Estudios recientes sobre la caracterización química señalan que esta taxa está considerada como una materia prima alternativa para la elaboración de papel y cartón en sustitución de materias primas convencionales obtenidas de especies arbóreas. Ante un aprovechamiento en el largo plazo se requiere contar con germoplasma de alta calidad para su propagación. El objetivo fue evaluar la respuesta de tratamientos químicos y biológicos a las semillas. Previo a la aplicación de los pretratamientos, las semillas se sometieron a la prueba de envejecimiento acelerado a 45 °C y 100% de humedad con cinco tiempos de exposición (0, 24, 48 y 72 h) y posteriormente se evaluaron cuatro tratamientos pregerminativos. Para la siembra, las semillas se utilizó la técnica entre papel y se colocaron 25 semillas por tratamiento con cuatro repeticiones y se colocaron en una cámara de germinación. Se evaluaron 9 variables relacionadas con la germinación. El análisis de la información se realizó con el software RStudio versión 2022.02.3.0. Se detectaron diferencias altamente significativas para las variables porcentaje de semillas duras e índice de velocidad de germinación. El porcentaje de semillas germinadas y de plantas anormales, longitud media de plúmula y tasa de germinación resultaron significativas. El mayor porcentaje de semillas germinadas fue en el testigo, que indica que en su hábitat estas tienen una elevada viabilidad y un alto porcentaje de germinación.

Palabras clave: germoplasma, germinación, no maderables, propagación, zonas semiáridas.

USO POTENCIAL DE DIFERENTES FUENTES DE RADIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN EN VIVERO DE *Pinus pseudostrobus* LINDL.

Laura Yasmin Flores López^{1*}, Lourdes Georgina Iglesias Andreu¹, Lourdes Palafox Chávez², Martín Ortiz Morales³

¹ Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana

² Centro Estatal de Cancerología Servicios de Salud de Veracruz

³ Centro de Investigaciones en Óptica, AC Unidad Aguascalientes

* Autor para correspondencia: floreslopezyasmin3@gmail.com

Pinus pseudostrobus Lindl. se distribuye ampliamente en México. Sin embargo, debido a la deforestación, el manejo deficiente de las semillas y la mala calidad de las plantas, ha presentado altos porcentajes de mortalidad. El empleo las radiaciones ionizantes y no ionizantes contribuye a incrementar la germinación y calidad de las plántulas. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto hormético de diferentes fuentes de radiación en la capacidad germinativa de *Pinus pseudostrobus*, con el fin de generar propágulos de calidad. Se irradiaron, con diferentes dosis y fuentes de radiación, (rayos X: 0, 0.5, 1.5, 3.0, 5.0 y 7.5 Gy y láser He-Ne: 0, 30, 60, 90, 120 y 150 s), un total de 1440 semillas, posteriormente se sembraron, bajo condiciones de invernadero, en tubetes, con una mezcla de: Peat moss, vermiculita y agrolita, y diariamente durante 25 días se contaron las semillas germinadas para determinar parámetros germinativos. Los resultados mostraron que las irradiaciones con láser He-Ne generaron un mayor porcentaje de germinación (56.67%), lo que contrastó con el mayor porcentaje de germinación (50.03%) detectado con la dosis de 0.5 Gy (rayos X), que superó los porcentajes obtenidos (33 a 35%), con los tratamientos testigo de ambas fuentes. Considerando los costos que el empleo de ambas fuentes de radiación pudiera implicar para los productores se recomienda irradiar las semillas de esta especie con dosis de 150s con láser He-Ne ya que permiten generar un mayor número de propágulos, con mejor crecimiento y desarrollo bajo condiciones de vivero.

Palabras clave: hormesis, germinación, radiaciones, rayos x, laser he-ne, forestales.

ANÁLISIS DE LAS SEMILLAS DE *Pinus teocote* EN ÁREAS POST-INCENDIO EN SANTIAGO NUEVO LEÓN

Homero Alejandro Gárate-Escamilla^{1*}, David Alejandro Casas-López¹, Luis Gerardo Cuéllar-Rodríguez¹, José Israel Yerena-Yamalle¹, Ángel Mario Reyna-González¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

*Autor para correspondencia: homero.garate@gmail.com

Los ecosistemas y su vegetación han evolucionado de la mano del fuego, sin embargo, las actividades antropogénicas han provocado que este equilibrio se rompa, causando un impacto negativo en la regeneración natural de los ecosistemas forestales. Una de estas afectaciones se ha visto presente en el bosque de El Tejocote en Santiago, Nuevo León, debido a que se han presentado incendios severos. El objetivo principal de esta investigación fue determinar las diferencias en la calidad fisiológica de las semillas, así como de su capacidad germinativa entre individuos de *Pinus teocote* dañados por incendio. Para esto, se realizó una colecta de conos de individuos afectados por fuego en el área de estudio y se evaluaron las características morfológicas de los conos y semillas (peso, diámetro y altura), la ocupación por embriones (flotación y rayos x) además de su porcentaje de germinación. Con la finalidad de conocer las diferencias entre los individuos ante el fuego, se realizaron análisis de varianza a las variables estudiadas. Los principales resultados indican que, si existen diferencias significativas entre los individuos de la misma población y que los árboles más grandes, son los que tienen conos y semillas más pequeños, tienen más semillas vanas, así como menor capacidad germinativa. Se encontró también, que los métodos de flotación y rayos x se encuentran altamente correlacionados, por lo que la flotación es un método confiable para detectar semillas vanas. Se concluye que los árboles más jóvenes son los que tienen mejores capacidades germinativas tras el impacto de un incendio.

Palabras clave: calidad de semilla, capacidad germinativa, incendios forestales.

CALIDAD DE SEMILLAS DE *Pinus greggii* ENTRE POBLACIONES EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Aldo Tovar-Cárdenas^{1*}, Homero Alejandro Gárate-Escamilla¹, Santiago Carranco-Valladares¹, Luis Gerardo Cuéllar Rodríguez¹

¹ Facultad de Ciencias Forsetales, UANL

*Autor para correspondencia: aldo_tc11@hotmail.com

Pinus greggii, conífera de importancia ecológica por sus características favorables para su establecimiento en sitios hostiles y/o degradados. Determinar el estado de sus semillas, proveerá información valiosa sobre su calidad y viabilidad, entendiendo mejor su potencial reproductivo y de propagación. El objetivo del presente fue determinar y comparar la variación de las semillas de *Pinus greggii* de dos procedencias del estado de Nuevo León. La metodología consistió en determinar el contenido de humedad (CH), el peso (100 semillas) y la viabilidad (1) sales de tetrazolio, 2) prueba de flotación). Esto se llevó a cabo con semillas provenientes de poblaciones del cerro el Potosí en Galeana (2900 msnm) y cañón del Álamo en Santiago (1850 msnm). El análisis estadístico se realizó con el programa Past4, indicando que todas las variables evaluadas tuvieron diferencias significativas. El CH medio de las semillas del Potosí fue de 6.9%, mientras que las del Álamo tuvieron 5.9%. El peso promedio para el Álamo y el Potosí fue de 1.6g y 1.3g respectivamente. La prueba de viabilidad (1) tuvo 79% para el Potosí y 63% para el Álamo y la prueba de viabilidad (2) fue de 93% para el Potosí y 88.3% para el Álamo. Con la información generada encontramos que, las semillas de *Pinus greggii* procedentes del Álamo son de mejor calidad que las del Potosí, dado a su superior tamaño y porcentaje de semillas hundidas y a su menor contenido de humedad, indicando ser las más idóneas para utilizar en obras de restauración ecológica.

Palabras clave: diferencia altitudinal, contenido de humedad, peso de semilla, porcentaje de germinación, viabilidad.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO RIZOSFÉRICO ASOCIADAS A LA DISTRIBUCIÓN NATURAL DE SEIS ESPECIES DE CACTÁCEAS EN COAHUILA MÉXICO.

Adriana Antonio Bautista^{1*}, Dulce Yaahid Flores-Rentería², Víctor M. Villanueva-Coronado¹, Mario Ernesto Vazquez-Badillo¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

² Cinvestav-saltillo

* Autor para correspondencia: adis_anba@hotmail.com

El norte de México presenta una alta diversidad, riqueza y abundancia de cactáceas y suculentas se reportan alrededor de 23 géneros y más de 160 especies. Son parte de la flora de regiones áridas y semiáridas del Desierto Chihuahuense. En los ecosistemas áridos y semiáridos la vegetación natural se muestra como un mosaico de agrupaciones vegetales, comúnmente llamadas islas de fertilidad y son importantes porque regulan el funcionamiento de los ecosistemas. El conocer la riqueza de un sitio ayuda a evaluar la desaparición de especies por cambio de uso del suelo y establecer una estrategia conservación. El objetivo fue determinar las características del suelo rizosférico asociadas a la distribución natural de seis especies de cactáceas. El trabajo se realizó en cuatro sitios de Coahuila, México; La Muralla, San Lázaro, Ramos Arizpe y Cuauhtémoc, se obtuvieron muestras de 250 gr de suelo rizosférico en plantas de cactáceas de los cuatro sitios, se determinó el pH, DA, CE y MO. Se encontraron seis especies de cactáceas asociadas a las características de suelo: *Echinocactus horizonthalonius*, *Echinocereus enneacanthus*, *Echinocereus pectinatus*, *Hamatocactus hamatacanthus*, *Lophophora williamsii* y *Mammillaria freudenbergeri*, especies presentes en suelos con pH alcalinos (7.69 a 8.31), suelos salinos con CE (2.09 a 4.71), suelos compactos con DA (1.03 a 1.11) y bajos en MO (4.03 a 8.01), peculiaridades de suelos Calcisoles en combinación con Solonchak característicos de los suelos de las zonas áridas y semiáridas del desierto Chihuahuense. El género *Echinocereus* prefieren suelos menos alcalinos 7.96, con DA 1.03 y con MO 8.3.

Palabras clave: conservación, cambio de uso de suelo, islas de fertilidad.

CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA DE *Phyllanthus acuminatus* A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE UN ENSAYO DE PROCEDENCIAS

Isaac Mesén-Montano^{1*}, Henry Mauricio Sánchez-Toruño¹, William Fernando Montero-Flores¹, Ana Isabel Barquero-Elizondo¹, Luis Gustavo Hernández-Sánchez¹, Wilmer Porras-Zúñiga¹, Artibaldo Enrique Chaves-Corrales¹

¹ Universidad Nacional

* Autor para correspondencia: isaac.mesen.montano@una.cr

En Costa Rica y el mundo se están haciendo grandes esfuerzos para tratar el cáncer, el botánico Luis Jorge Poveda Álvarez desde la Universidad Nacional en articulación con la UCR y otras organizaciones, ha sido pionero en la investigación de *P. acuminatus*, mostrando resultados importantes para tratar cáncer de mama, ovario y garganta, al igual que el ITCR para cáncer de mama, así mismo el NCI menciona que la raíz del árbol presenta sustancias que inhiben el crecimiento de la leucemia linfocítica. A nivel natural, la especie presenta pequeñas y escasas poblaciones, crece en sitios donde es propensa a ser cortada por desconocimiento (bordes de camino). Por la importancia y posible aprovechamiento irracional producto de la necesidad de material para tratar a las personas y por el riesgo latente de que poblaciones específicas podrían desaparecer y con ellas ciertos rasgos que a futuro podrían ser requeridos en temas de mejoramiento genético. Se planteó establecer un banco de germoplasma para su conservación. Desde el INISEFOR se trabajó dividiendo a Costa Rica en 6 regiones donde se ha colectado material para el banco de germoplasma y con ello conservar procedencias de dichos sitios. La curva de aprendizaje ha sido exponencial, esto debido a que el proceso de domesticación ha mostrado una serie de factores que limitan el éxito en la producción de plántulas en vivero para su posterior establecimiento en el banco de germoplasma en campo. Las plantas desarrolladas en vivero y llevadas a campo se han logrado establecer de forma exitosa.

Palabras clave: cáncer, especie forestal, población escasa, domesticación, colecta de material.

DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD EN SEMILLAS DE *Ibervillea sonorae* (S. WATS) GREENE

Diana Miriam Mc Caughey Espinoza¹, Karla Guadalupe Rodríguez Briseño^{2*}, Elisa Magaña Barajas², Martín Eusebio Cruz Campas², Carmen Isela Ortega Rosas²

¹ Universidad de Sonora

² Universidad Estatal de Sonora

* Autor para correspondencia: karlarodriguezb269@gmail.com

El *wereque* (*Ibervillea sonorae*) es una planta de la familia *Cucurbitacea*, es utilizada la raíz tuberosa de la planta como tratamiento de enfermedades dentro de la medicina tradicional, por lo que se ha presentado una baja en las poblaciones silvestres, aunado al calentamiento global, que se interpone en la calidad y cantidad de las semillas. El objetivo de la investigación fue determinar el porcentaje de viabilidad de las semillas de *I. sonorae* utilizando la prueba de Tetrazolio, de acuerdo al International Seed Testing Association (ISTA). Se empleó cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio a concentraciones de 0.5% y 1.0% con dos tiempos de incubación (24 y 48 horas). Se utilizó un diseño aleatorio con un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias con Tukey-Kramer ($p=0.05$). Los resultados no mostraron diferencias significativas con respecto a las diferentes concentraciones y tiempos de evaluación, registrando un porcentaje de viabilidad del 57.5% a 63.33% a las 24 horas (0.5 y 1.0%), mientras que, a las 48 horas el porcentaje de viabilidad fue de 57.83% a 61.33% (0.5 y 1.0%). Los resultados obtenidos muestran que la semilla de *I. sonorae* presenta un bajo porcentaje de viabilidad comparado a otras especies de la misma familia. En investigaciones futuras se podría considerar que para obtener una alta tasa de germinación similar al porcentaje de viabilidad obtenido se requerirá establecer diversos tiempos y temperaturas para una germinación bajo condiciones controladas y lograr obtener plántulas de la especie *I. sonorae* para un proceso de domesticación e incremento de poblaciones silvestres.

Palabras clave: medicinal, nativa, poblaciones, tetrazolio, *Wereque*.

ENVEJECIMIENTO ACELERADO DE SEMILLAS DE *Pinus cembroides*

Norma Beatriz Mendoza Hernández^{1*}, Carlos Ramírez Herrera¹, Víctor Manuel Cetina Alcalá¹, Marcos Jiménez Casas¹, Gabino García de los Santos¹, Florentino Víctor Conde Martínez¹

¹ Colegio de Postgraduados

*Autor para correspondencia: nmendoza@colpos.mx

Pinus cembroides Zucc. tiene una amplia distribución en zonas áridas en México donde se recolectan las semillas para los programas de reforestación y consumo humano. Sin embargo, estas pueden perder rápidamente el vigor y la viabilidad por un envejecimiento rápido por lo que el objetivo fue evaluar el efecto del envejecimiento acelerado en el vigor y capacidad germinativa de semillas de *Pinus cembroides*. Se recolectaron semillas en un rodal natural en el municipio de Galeana, Nuevo León y otro en el municipio de Jalacingo, Veracruz. Se indujo el deterioro de las semillas mediante exposición de estas a diferentes temperaturas (ambiente, 40, 42 y 45°C) y periodos (24, 48, 72 y 96 horas). Se colocaron las semillas en un diseño en bloques al azar para germinación. Se calculó la capacidad germinativa y el índice de envejecimiento como indicador del vigor. Se encontraron diferencias significativas entre procedencias, temperaturas y periodos para capacidad germinativa e índice de envejecimiento. Las semillas de Jalacingo, Veracruz presentaron un mayor deterioro con base en la capacidad germinativa (8 %) y el índice de envejecimiento (0.97). Mientras que las semillas expuestas a temperatura de 45°C y 48 horas tuvieron el mayor deterioro debido a que solo 1 % de las semillas germinaron con un índice de envejecimiento igual a 0.98. Daños en la membrana celular pueden acelerar el deterioro en las semillas al aumentar la pérdida de electrolitos. El envejecimiento acelerado influyó en el vigor y capacidad germinativa de las semillas de *Pinus cembroides*

Palabras clave: capacidad germinativa, deterioro, procedencia, temperatura, vigor.

ESCENARIOS PARA *Manilkara zapota* COMO ESPECIE POTENCIAL EN SELVAS MANEJADAS DE LA PENINSULA DE YUCATAN, MÉXICO

Ismael Pat-Aké^{1*}, Juan Tun-Garrido², Pablo Martínez-Zurimendi³, Victor Francisco Díaz-Echeverría⁴, Amelia Cen-Hoy⁴, Addy Consuelo Chavarría-Díaz⁴

¹ Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya

² Universidad Autónoma de Yucatán campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Carretera Mérida-x-Matkuil Km. 15.5, Mérida Yucatán, México.

³ El Colegio de la Frontera Sur, Agricultura Sociedad y Ambiente, Unidad Villahermosa, Tabasco, México

⁴ Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Km. 21.5 Carret. Chetumal-Escárcega, Ejido Juan Sarabia Quintana Roo.

* Autor para correspondencia: ismael.pa@zonamaya.tecnm.mx

El chicozapote es uno de los exponentes emblemáticos de árboles de la franja tropical y Sureste de México (SM), por su importancia histórica-cultural, socioeconómica y como recurso fitogenético; es una especie multipropósito (para uso mágico-religioso, alimentación, artesanías, látex, barnices, pegamentos y madera); en México. Ante la disminución de densidades de *Cedrela odorata* (Cedro) y *Swietenia macrophylla* (Caoba), el chicozapote se ha convertido en una especie primordial en las selvas manejadas en los últimos 20 años; lo que ha ocasionado incrementos en su extracción maderera, con efectos preocupantes en sus densidades poblacionales naturales. Buscando determinar la situación actual de la especie en el SM, específicamente en la Península de Yucatán (PY), en cuanto a sus poblaciones naturales, el incremento de usos y extracción maderera, su regeneración natural y su programa de manejo; se realizó este estudio descriptivo-correlacional, en el que se analizaron los datos del 33.5% de los conglomerados del INFyS 2015-2020, correspondientes a 09 estados del SM, a los cuales se anexaron datos de muestreos de regeneración y del manejo forestal de chicozapote en ejidos de Quintana Roo y Campeche. Los resultados obtenidos, ubican al chicozapote a nivel SM y PY, como la cuarta especie en distribución y densidad poblacional de un total de 10 especies potenciales analizadas; sin embargo, el crecimiento acelerado de su extracción, bajas densidades de regeneración natural y deficientes programas de manejo, lo ubican como una especie en riesgo, que amerita con urgencia correcciones en sus programas de manejo.

Palabras clave: especie emblemática, mutipropósito, densidades, extracción.

GERMINACIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN DIFERENTES SUSTRATOS Y CONTENEDORES

Sandra Berenice Valdes Platas^{1*}, José Israel Yerena Yamalle¹, Luis Gerardo Cuellar Rodríguez¹, Ángel Mario Reyna González¹

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

* Autor para correspondencia: valdesbere706@gmail.com

El propósito de la presente investigación fue evaluar la tasa de germinación en tres especies del matorral espinoso tamaulipeco, ébano (*Ebenopsis ebano*), mezquite (*Prosopis laevigata*) y tenaza (*Havardia pallens*), en nueve tratamientos: tres mezclas de sustrato: a) 100% tierra de monte (testigo), b) mezcla de sustrato 1: tierra de monte 50%, perlita 20%, peat-moss 20% y vermiculita 10%, c) mezcla de sustrato 2: 70% peat-moss, 20% de perlita y 10% vermiculita, y tres tipos de contenedor: bolsas negras de poliestireno, contenedor de poliestireno y contenedor de unicel. Para la evaluación de los parámetros se utilizaron 100 semillas por tratamiento, en total 900 semillas por especie. Los resultados muestran que el mezquite obtuvo el porcentaje de germinación más alto en el tratamiento dos: sustrato 2 en bolsa, con un 97%, el tiempo promedio de germinación fue de ocho días, su velocidad de germinación 1.2 semillas germinadas/día y resultó una sobrevivencia del 94%. Los valores del mejor tratamiento para tenaza y ébano fueron: germinación: tratamiento 8, sustrato 2 en contenedor de poliestireno, con 53%, tratamiento 7, sustrato 1 en contenedor de poliestireno, 45%; tiempo promedio de germinación: 5 y 21 días; velocidad: 1 semilla para ambos; y sobrevivencia 64 y 100 %, respectivamente. El mezquite presentó mayor viabilidad de germinación en todos los tratamientos entre las especies.

Palabras clave: *Ebenopsis Ebano*, *Prosopis Laevigata*, *Havardia Pallens*.

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Abies hidalgensis* DEBRECZY, I. RÁCZ & GUÍZAR

Juan Henocho Morgado Badillo^{1*}, Sergio Hernández León¹, Rodrigo Rodríguez Laguna¹, José González ávalos¹, Paul Misael Garza López¹, Oscar Arce Cervantes¹

¹ Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

* Autor para correspondencia: mo420847@uaeh.edu.mx

Abies hidalgensis es una conífera que se distribuye de manera natural en los estados de Hidalgo y Puebla. El objetivo de esta investigación fue conocer el porcentaje de germinación de las semillas y saber cuál es el mejor método para su germinación. Se recolectaron semillas procedentes del ejido San Pedrito municipio Agua Blanca de Iturbide, se pesaron y se midieron. Muestras de 100 semillas se sometieron a diferentes tratamientos: 1) sumergidas en agua de coco, 2) en cajas Petri y regadas con agua destilada diariamente por 28 días, 3) remojadas un día con ácido giberélico y después puestas en bajas temperaturas por 75 días. Las semillas fueron trasplantadas y sembradas en charolas pasando los días de reposo de cada tratamiento. Los resultados muestran un bajo porcentaje de germinación de las semillas de *Abies hidalgensis* (2.75%). En los tratamientos 1) y 3) no se observó germinación. Las semillas se regaron diariamente ya que la especie es de temperaturas bajas y húmedas. El porcentaje bajo de germinación puede estar relacionado con sus poblaciones reducidas y localizadas en los estados de Hidalgo y Puebla. Considerando que es una especie amenazada en el listado rojo de la IUCN en la categoría de Vulnerable bajo el criterio D2, es urgente realizar esfuerzos de conservación para asegurar su supervivencia en el largo plazo.

Palabras clave: cajas petri, conservación, muestras, tratamientos, trasplante.

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Swietenia macrophylla* KING POST-ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Ramiro Puc-Kauil^{1*}, Yoana Noemi Millan-Carcamo¹, Esther Paredes-Diaz¹, Hermelinda Galicia-Lopez¹, Norberto Silva-Perez¹, Natividad Natalia San Juan-Vargas², Flor M. Montero-Solis¹

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Poza Rica-Tuxpan. Universidad Veracruzana

* Autor para correspondencia: ramiro.selvastropicales@gmail.com

La prueba de envejecimiento acelerado es ampliamente utilizada en especies arbustivas cultivadas para evaluar el vigor de sus semillas. En especies forestales comerciales aun es poco aplicada para evaluar el desempeño germinativo de las semillas sometidas a estrés. El objetivo de la investigación fue determinar el potencial de germinación de semillas de caoba post-envejecimiento acelerado. A través de tres gradientes altitudinales (G1: 0-100, G2: 100 – 300, G3: 300 – 600 msnm) se colectaron frutos de caoba. El G1 comprendió los municipios de Tamiahua y Tuxpan (G1), en Veracruz, el G2 y G3 Venustiano Carranza y Zihuateutla, Puebla. Se prepararon dos lotes de semillas por gradiente. El primero fue sometido a 45° C y 90% HR y, el segundo a 45°C y 10% HR. Ambos a 24 h. Posterior al envejecimiento, las semillas fueron sembradas en charolas bajo un diseño de bloques completos al azar. Se utilizó materia orgánica como sustrato. Para la germinación de las semillas, las charolas fueron depositadas en una cámara bioclimática CBRF-13 a 30°C y HR 50%, con un fotoperiodo de 12 h luz y 12 h oscuridad. Un análisis de varianzas y comparación de medias fue aplicado a los datos (P= 0.05). Aquellas semillas sometidas con la primera prueba de envejecimiento resultaron con mayor porcentaje de germinación, siendo el G1 y G2 estadísticamente diferentes al G3. Los hallazgos demuestran que las semillas de caoba, además de requerir alta humedad para germinar, pueden verse afectados por el aumento continuo de la temperatura.

Palabras clave: caoba, potencial germinativo, prueba de envejecimiento, temperatura, humedad.

GERMINACIÓN DE TRES ESPECIES DE PINO EN CONDICIONES NATURALES CONTRASTADAS Y CONTROLADAS EN VIVERO

Demetrio Ricardo Juárez Nicolás¹, Pablo Ayala Hernández¹, Manuel Gutiérrez Castillo², María Elena Granados García^{1*}

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Comisión Forestal del Estado de Michoacán Delegación VII Pátzcuaro/Zirahuén

* Autor para correspondencia: marihelenal7@gmail.com

La germinación de semillas de pino en condiciones naturales está restringida por factores bióticos y abióticos, distintas a las condiciones de vivero, en las que se espera mayor rendimiento en la producción de planta. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue diferenciar la germinación de semillas de pino en campo y en vivero con sustrato compostado para determinar las mejores condiciones de desarrollo de las plántulas, con fines de reforestación. Semillas de *Pinus pseudostrabus*, *Pinus patula* y *Pinus lawsonii* se pretrataron con una solución biofungicida, se pesaron las del fondo de la solución y se dispersaron en nueve parcelas de 1X1 m² en tres sitios: cárcava zona alta, cárcava ladera y conservado; en vivero se usaron contenedores tratados con y sin cobre rellenos con sustrato compostado. En general, *P. pseudostrabus* tuvo mayor capacidad de germinación en ladera de cárcava y en contenedores con cobre, seguido de *P. patula* con mayor germinación en ladera de cárcava y contenedor sin cobre; *P. lawsonii* tuvo buena germinación en contenedores sin cobre y la menor capacidad de germinación en campo y contenedores con cobre. Se encontraron diferencias significativas entre especies ($p=0.0000$), entre sitios/sustratos ($p<0.05$) y entre especie*sitio/sustrato ($p<0.01$). La capacidad de germinación encontrada en ladera de cárcava para *P. pseudostrabus* y *P. patula* sugiere que existen factores abióticos que pueden favorecer el establecimiento y desarrollo de las especies en condiciones naturales; la menor germinación en la zona conservada podría indicar competencia por recursos entre las especies silvestres y las semillas de pino.

Palabras clave: sustrato compostado, ladera de cárcava, capacidad germinativa, reforestación, factores abióticos.

INDICADORES REPRODUCTIVOS DE CONOS Y SEMILLAS DE *Pinus remota* EN SANTA CATARINA, NUEVO LEÓN.

Brisa Maya Barajas^{1*}, Celestino Flores López¹, Eladio Heriberto Cornejo Oviedo¹, Jorge Méndez González¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

* Autor para correspondencia: mababrisa@gmail.com

Pinus remota presenta una distribución restringida y está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sujeta a protección especial. Los objetivos del presente trabajo fueron estimar y comparar la producción de semillas e indicadores reproductivos de *Pinus remota* en dos épocas de colecta en la población natural de Santa Catarina, Nuevo León. Se colectaron 15 y 37 árboles en los años 1999 y 2020, respectivamente, manteniendo una distancia de 50 metros. Los indicadores reproductivos evaluados en los 10 conos de cada árbol fueron longitud y diámetro del cono, peso del cono seco, número de semillas llenas, vanas, desarrolladas y dañadas por insectos, hongos y/o bacterias, óvulos abortados del primer y segundo año, óvulos rudimentarios, potencial de semilla, coeficiente de endogamia y eficiencia de semilla. Se realizó una correlación de Spearman para los indicadores mencionados, utilizando el paquete estadístico SAS. Para la comparación entre años de colecta se realizó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney con el programa Past 4.09. Entre los indicadores reproductivos de la colecta 2020, se encontró correlación significativa entre el tamaño del cono (longitud y ancho) con el peso del cono seco. Hubo diferencia entre colectas respecto al número de semillas vanas, semillas dañadas por insectos, hongos y/o bacterias, y en el coeficiente de endogamia. Las diferencias entre colectas se pueden relacionar con problemas de autopolinización, falta de viabilidad de polen y/o la reproducción entre parientes cercanos, como consecuencia de una población fragmentada y aislada.

Palabras clave: eficiencia de semillas, coeficiente de endogamia, semillas vanas, óvulos abortados

INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE DE *Pinus greggii* VAR. AUSTRALIS Y SUS IMPLICACIONES A LA SELECCIÓN

Gina Isabel Reyes Esteves^{1*}, Javier López-Upton², Mario V. Velasco-García³, Marcos Jiménez-Casas²

¹ Estudiante de Doctorado en Colegio de Postgraduados

² Profesor Investigador en Colegio de Postgraduados

³ Investigador Cenid-comesf, INIFAP

* Autor para correspondencia: giisa.reyes10@gmail.com

Para identificar individuos superiores y con desempeño estable en diferentes sitios, se evaluó en la Mixteca Alta de Oaxaca un ensayo de progenie de 90 familias de *Pinus greggii* var. *australis* en dos sitios con diferentes condiciones edáficas (S1= exposición oeste, menor contenido de N, Fe, Cu, Zn y arcilla; S2= exposición Este). La altura, verticilos y conformación se evaluaron a los cuatro y cinco años; el diámetro, volumen, ángulo y diámetro de rama, y rectitud, a los cinco años. Se evaluó la correlación genética Tipo B (r_B), y el efecto de eliminar los genotipos interactivos. La varianza de sitio*familia (σ^2_{S*f}) fue alto para diámetro y volumen; IGA fue más importante en tales características ($r_B < 0.5$). Se evaluaron tres parámetros de estabilidad para estimar determinar las progenies más inestables: el coeficiente de regresión b_i , la desviación media de la posición jerárquica S_{4i} , y la ecovalencia W_i . El parámetro W_i fue el adecuado para identificar el 10 % del total de familias más inestables y con valores promedios no sobresalientes en volumen; al eliminarlas de los análisis de varianza, la relación $\sigma^2_{S*f} / \sigma^2_f$ disminuyó y aumentó el valor de h^2_i y r_B en la mayoría de las características. La pérdida de ganancia potencial al incluir el total de familias en la selección masal y familiar es mayor ($C_I < 1.04$ % y $C_F < 13.00$ %) a las pérdidas al excluir del análisis a las familias inestables ($C_I < 0.56$ % y $C_F < 4.76$ %) en la mayoría de las variables.

Palabras clave: estabilidad, ecovalencia, pérdida de ganancia, correlación genética tipo b.

LÍMITES DE TRANSFERENCIA PARA EL FLUJO GÉNICO ASISTIDA EN *Cedrela odorata* FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Manuel Lorenzo Núñez Piedra^{1*}, Pablo Martínez Zurimendi¹, Rosario Sierra de Grado², Manuel Jesús Cach Pérez¹, Gabriela Castellanos Morales¹, Marivel Domínguez Domínguez¹

¹ El Colegio de la Frontera Sur

² Universidad de Valladolid

* Autor para correspondencia: manuel.nunez@estudianteposgrado.ecosur.mx

El cambio climático influye en la diversidad genética de especies forestales tropicales sensibles a cambios proyectados a futuro como aridez y temperatura. La velocidad en que dichos cambios se están registrando, así como las proyecciones basadas en modelación, sugieren que muchas especies no tendrán la capacidad de adaptación y se corre el riesgo de que sufran extirpación a nivel local o extinción. El flujo génico asistido es una herramienta altamente promisorio para enfrentar los efectos del cambio climático en ecosistemas forestales. El objetivo de este trabajo es determinar los límites de transferencia de semillas para el flujo génico asistido en la especie *Cedrela odorata* en tres sitios de plantación, considerando 90 sitios potenciales de colecta de semillas mediante el cálculo de distancias climáticas, proyectando los cambios a futuro en diferentes escenarios a través de la herramienta web Seedlot y el uso de técnicas de modelación potencial de especies. Se utilizaron 21 variables predictoras, nueve de ellas fueron seleccionadas para la construcción de los modelos, tres destacan por su aportación de importancia relativa: altitud, isothermalidad y estacionalidad de la precipitación. El análisis de distancias climáticas identifica al sitio Macuspana con más problemas para abastecerse de semillas a futuro. Para los sitios Frontera y Cunduacán se propone evaluar genotipos de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En el sitio Macuspana evaluar los genotipos de la zona este del estado de Chiapas para el norte y sur de Tabasco, áreas en las que se proyectan regímenes de humedad muy limitada.

Palabras clave: migración asistida, zonas de semillas, distancias climáticas, reforestación, restauración forestal

PATRONES MORFOMÉTRICOS, REPRODUCTIVOS Y GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE CAOBA A TRAVÉS DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL.

Natividad Natalia San Juan Vargas^{1*}, Ramiro Puc-Kauil¹, Elizabeth Reyes-Cabrera¹, Amelia Del Carmen Cab-Alvarado¹, Laura Vianey León Gonzalez¹, José Pastor Parra-Piedra², Marcos Jiménez- Casas³

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Ruby Canyon Mexico A Tüv Süd Company

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montesillo

* Autor para correspondencia: natividadvargas1999@gmail.com

La disminución de las poblaciones naturales de caoba, la fragmentación de su hábitat, y el cambio climático pueden afectar la calidad de sus frutos y semillas. Con el objetivo de obtener germoplasma de calidad adaptada a las condiciones ambientales locales para definir estrategias de propagación y conservación, se procedió a coleccionar frutos de caoba (*Swietenia macrophylla*) a través de un gradiente altitudinal (G1: 0-100, G2: 100 – 300, G3: 300 – 600 msnm) abarcando los municipios de Tamiahua, Tuxpan (G1), y Coatzintla en Veracruz, y Venustiano Carranza (G2) y Zihuateutla, Puebla (G3). Se analizaron los patrones morfométricos y reproductivos de los frutos, y el potencial de emergencia de las semillas. En cada gradiente altitudinal se caracterizó 1) el tamaño (largo y ancho) y peso de frutos y semillas, 2) proporción de semillas desarrolladas (SD) y no desarrolladas (SnoD), y 3) porcentaje de emergencia de semillas. Los datos fueron analizados con un ANOVA y una comparación de medias con el método de Bonferroni ($\alpha = 0.05$). El G1 y G3 presentaron mayor tamaño y peso de frutos y, el G1 y G2 mayor tamaño y peso en semillas. El número de SD y SnoD fue similar entre los gradientes. Las SD osciló entre 70 -80, y entre 20 a 25 las SnoD. Hubo mayor emergencia de semillas en el G1 y G3 (~ 40%). Los municipios localizados < 100 msnm y > 300 msnm producen frutos y semillas de caoba con las mejores características morfométricas y productivas, y en capacidad germinativa.

Palabras clave: cambio climático, *swietenia macrophylla*, frutos de caoba, germoplasma, gradiente altitudinal.

SINCRONIZACIÓN FENOLÓGICA EN UN HUERTO SEMILLERO ASEXUAL DE *Pinus patula*

Liliana Muñoz Gutiérrez^{1*}

¹ INIFAP

* Autor para correspondencia: limugu30@gmail.com

El objetivo de un huerto semillero es producir semillas de mayor calidad, en cantidad suficiente y con eficiencia genética elevada. Para ello se requiere de una completa sincronización de la floración y de equidad en la capacidad reproductiva, con una distribución aleatoria de clones y rametos que permitan un equilibrio panmítico. El objetivo fue evaluar el grado de sincronización fenológica (PO) entre clones de un huerto semillero asexual de segunda generación de *Pinus patula* ubicado en Aquixtla, Puebla. Se seleccionaron 31 clones con tres rametos por clon para el seguimiento de la fenología reproductiva, entre los meses de febrero a abril del 2022. Las evaluaciones se hicieron con base en la metodología de Muñoz-Gutiérrez et al. (2019) y los análisis con ayuda del macro Synchro de SAS. Se determinó que el mayor traslape de los eventos de receptividad femenina y dispersión de polen ocurrió en un periodo de siete días en solo el 20 % de los rametos. El grado de sincronización fenológica es bajo (PO= 0.24). Contrario a los trabajos previos en un huerto de primera generación con los mismos clones y rametos, los autores determinaron en varios años que la sincronización ha sido muy variable, en 2012 el PO fue de 0.45, mientras que en 2014 fue de 0.39 a 0.78 y en 2015 de 0.21 a 0.75, lo que indica una gran variación en los eventos fenológicos entre clones, dentro de clones y entre años.

Palabras clave: clones, dispersión de polen, rametos, receptividad femenina.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS ALMACENADAS DE *Pinus coulteri* D. DON

Fatima Lopez^{1*}, Marcos Jimenez Casas¹, Celestino Flores Lopez², J. Jesus Vargas Heernández¹, Patricia Delgado Valerio³, J. René Valdéz Lazalde¹

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

³ Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo

* Autor para correspondencia: fatima.frutloops@gmail.com

La semilla de *P. coulteri*, presenta latencia física por lo que requiere condiciones específicas para su activación. Además, la semilla almacenada puede presentar baja capacidad germinativa y pérdida de viabilidad. En este trabajo se evaluó el efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de *P. coulteri* almacenadas por más de 10 años. Cuatro factores con diferentes niveles fueron aplicados: remojo (24-48h), escarificación mecánica (con y sin lijado), H₂O₂ (0, 2 y 3%) y dos condiciones (laboratorio-invernadero). Mediante un DECA se distribuyeron de manera aleatoria y la germinación se contabilizó durante 48 días. Se calculó el porcentaje de germinación (CG), el valor pico (VP), y el valor germinativo (VG) como el valor pico multiplicado por la germinación promedio. Los tratamientos tuvieron un mejor efecto en condiciones de laboratorio: el T7 (24 h, lijado, 0 %) inició la germinación al octavo día del establecimiento, presentó el CG, VP y VG más altos (94%, 0.22, 20.8, respectivamente); el T12 (48 h, testigo, 3%) los valores más bajos (39%, 0.06, 0.07). En condiciones de invernadero la germinación inició a los 14 días, el VP fluctuó entre 0.03-0.16, y la CG entre 83-22% con un VG entre 0.07-13.3. Tratamiento combinado de remojo y lijado se recomienda para mejorar la germinación de semillas de *P. coulteri* almacenadas durante un largo periodo. El H₂O₂ no mostró un efecto en la germinación, pero evito la presencia de patógenos. En condiciones controladas (laboratorio) la germinación resulto más efectiva, con el inconveniente de que las plántulas posteriormente se deben trasplantar.

Palabras clave: latencia, viabilidad, almacenamiento, parámetros germinativos.

VALORACIÓN GENÉTICA DE PROGENITORES DE *Pinus patula* EN UN ENSAYO DE PROGENIES ESTABLECIDO EN EL MUNICIPIO DE DURANGO, DGO.

Alberto Pérez-Luna^{1*}, Javier López-Upton¹, José Ángel Prieto-Ruíz², Rosa Elvira Madrid-Aispuro¹, Liliana Hernández-Hernández¹

¹ Colegio de Postgraduados

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

* Autor para correspondencia: albertoperez@cbtis89.edu.mx

En ensayos de progenie es posible evaluar progenitores de especies forestales con potencial comercial. *Pinus patula* es una especie de rápido crecimiento y buena calidad de madera. El objetivo fue evaluar la variación genética en el crecimiento en altura y diámetro en un ensayo de progenies de *P. patula* de diez meses de edad establecido en Durango. Se evaluaron 42 familias de siete procedencias distribuidas en los estados de Puebla (Ahuazotepec, Zacatlán y Aquixtla), Hidalgo (Zacualtipán y Acaxochitlán), Querétaro (Pinal de Amoles) y Veracruz (Huayacocotla). El ensayo se estableció con un diseño de bloques completos al azar. Se calculó la heredabilidad individual (h^2_i) y de medias de familias (h^2_f). Se evaluó la correlación entre las variables respuesta con variables bioclimáticas de las procedencias. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las dos variables evaluadas. El mayor crecimiento en altura (9.65 ± 1.38 cm) y diámetro (0.83 ± 0.04 mm) se presentó en las familias de Huayacocotla. Se observó control genético moderado a nivel individual y de familia para el crecimiento en altura ($h^2_i = 0.24$ y $h^2_f = 0.46$) y diámetro ($h^2_i = 0.24$ y $h^2_f = 0.47$). Sin embargo, dicha heredabilidad podrá variar conforme aumente la edad del ensayo. La altura se correlacionó negativamente con la elevación ($r_{pf} -0.53$) y positivamente con la precipitación media anual ($r_g 0.73$) de las procedencias. Existe control genético moderado sobre las progenies de *P. patula*, al menos en la etapa inicial de establecimiento.

Palabras clave: variación genética, control genético, heredabilidad.

VARIACIÓN GENÉTICA Y PLASTICIDAD DEL CRECIMIENTO EN ALTURA EN UN ENSAYO DE PROGENIES DE *Pinus pseudostrobus*

Sebastián Escobar-Alonso¹, J. Jesus Vargas- Hernández^{1*}, Javier López-Upton¹, Marcos Jiménez-Casas¹, Florencia García-Campusano², Nicacio Cruz-Huerta¹

¹ Colegio de Postgraduados

² INIFAP

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

La variación genética (VG) y la plasticidad fenotípica (PF) son mecanismos clave para la supervivencia de las especies forestales ante las fluctuaciones ambientales ligadas al calentamiento global, que ocasionan estrés fisiológico. Este estudio evaluó la VG y la PF en el patrón del crecimiento anual del brote y la fenología de la yema terminal en 44 familias de *Pinus pseudostrobus* del centro de México. Se estableció un ensayo de progenies en dos sitios con condiciones climáticas distintas en Puebla y Tlaxcala. Los resultados revelaron una VG significativa ($p < 0.01$) en el patrón estacional del crecimiento y un fuerte control genético en la fenología vegetativa. El crecimiento del brote, especialmente la activación y formación de las yemas terminales, así como el crecimiento invernal, mostraron una relación adaptativa con las condiciones climáticas del sitio de origen de las familias, en particular con la disponibilidad de humedad y el índice de aridez. Aunque el sitio tuvo un efecto significativo en el crecimiento del brote, las familias mostraron un desempeño estable en ambos sitios para la mayoría de los rasgos, excepto en el crecimiento invernal, que mostró una interacción genotipo-ambiente significativa. La PF en el crecimiento invernal mostró un control genético moderado y una relación positiva con la productividad. En conclusión, los resultados sugieren que la VG y la PF en el patrón de crecimiento anual podrían permitir a las poblaciones de *P. pseudostrobus* mitigar en parte los impactos negativos del calentamiento global y ofrecer ventajas competitivas en términos de productividad para su domesticación.

Palabras clave: adaptación, cambio climático, control genético, fenología vegetativa, productividad.

**VARIACIÓN GENÉTICA Y PLASTICIDAD FENOTÍPICA EN
CARACTERES DE VALOR ADAPTATIVO A SEQUÍA EN *Pinus
pseudostrobus***

Sebastián Escobar-Alonso¹, J. Jesus Vargas-Hernandez^{1*}, Javier López-Upton¹, Marcos Jiménez-Casas¹, Florencia García-Campusano², Nicacio Cruz-Huerta¹

¹ Colegio de Postgraduados

² INIFAP

* Autor para correspondencia: vargashj@colpos.mx

Las posibilidades de mitigación y mejoramiento genético frente al calentamiento global generan la necesidad de investigar la variación genética (VG) y la plasticidad fenotípica (PF) en caracteres adaptativos relacionados con la sequía. *Pinus pseudostrobus*, una especie de importancia ecológica y económica en México, es ideal para evaluar estos mecanismos. Se evaluó la VG y PF en el crecimiento del brote, características morfo-anatómicas en acículas y la relación albura/área foliar (Índice de Huber), en 30 familias de *P. pseudostrobus* del centro de México en dos sitios (Puebla y Tlaxcala) con distintas condiciones climáticas. Se encontró un efecto significativo ($p < 0.05$) del sitio en los caracteres evaluados y un patrón de correlaciones fenotípicas diferente en ellos. La VG se asoció significativamente con las condiciones climáticas del origen de las familias. El número de unidades de crecimiento del brote, número de estomas, grosor de acícula, área foliar específica e Índice de Huber mostraron mayor valor adaptativo, con una asociación significativa ($p < 0.05$) con el índice de aridez, evapotranspiración y precipitación. Por otro lado, la PF estimada con el índice de plasticidad de distancia relativas mostró una VG significativa ($p < 0.05$) y una correlación positiva moderada con la temperatura media anual. Estos resultados sugieren que la VG y la PF en los caracteres evaluados contribuyen a mitigar los impactos del calentamiento global en las poblaciones de *P. pseudostrobus* del centro de México, y nos permiten desarrollar estrategias de manejo y domesticación de la especie para su conservación y producción sostenible en un contexto de mayor aridez.

Palabras clave: adaptación, cambio climático, caracteres morfológicos, componentes de crecimiento, ensayo progenie.

VIGOR FISIOLÓGICO DE PLÁNTULAS DE *Swietenia macrophylla* KING DESPUÉS DE UNA PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Estephania Leyva Orgen^{1*}, Ramiro Puc-Kauil¹, Hermelinda Galicia-López¹, Victor Manuel Valderrama Ramirez¹, Francisco Montoya-Reyes², José del Carmen Gerónimo-Torres³

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Chetumal, Quintana Roo

³ Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas

* Autor para correspondencia: tefanyorg8@gmail.com

Debido a la importancia que tiene *Swietenia macrophylla*, es necesario evaluar su respuesta fisiológica ante condiciones ambientales adversas para fines de conservación y propagación. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el vigor de semillas de caoba a través del porcentaje de emergencia y crecimiento en altura de plántulas sometidas a envejecimiento acelerado. Se colectaron frutos de caoba a través de tres gradientes altitudes: G1, 0-100; G2, 100 – 300 y G3, 300 – 600 msnm. Los gradientes abarcaron los municipios de Tamiahua, Tuxpan (G1), y Coatzintla en Veracruz, y Venustiano Carranza (G2) y Zihuateutla, Puebla (G3). Por gradiente se prepararon dos lotes de 100 semillas. Un lote fue sometido a 45° C y 90% HR y, el otro a 45°C y 10% HR. Ambos a 24 h. Posterior al envejecimiento, las semillas fueron sembradas en charolas con sustrato estéril bajo un diseño de bloques completos al azar. Las charolas fueron depositadas en una cámara bioclimática CBRF-13 a 30°C y HR 50%, con un fotoperiodo de 12 h luz y 12 h oscuridad. Se registró la fecha de emergencia y mediciones de altura de las plantas emergidas y su estado de desarrollo. Se aplicó un análisis de varianzas y comparación de medias a los datos. No se observaron diferencias estadísticas en el porcentaje de emergencia y desarrollo de plántulas. Hubo ligeramente mayor cantidad de plántulas y crecimiento en el G3 y G1 sometidas con la primera prueba. El incremento de la temperatura puede afectar el vigor de semillas de caoba.

Palabras clave: caoba, conservación, cámara bioclimática, estrés fisiológico, emergencia de semillas

ZONAS DE TRANSFERENCIA DE SEMILLAS PARA REFORESTACIÓN DEL PROGRAMA SEMBRANDO VIDA Y RESTAURACIÓN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE LA MARIPOSA MONARCA COMO ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Gyorgy Eduardo Manzanilla Quijada¹, Veónica Osuna Vallejo¹, Ana Gabriela Zacarias Correa¹, Erika Gómez Pineda², José Luis Gallardo Salazar¹, Cuauhtémoc Sáenz Romero^{1*}

¹ Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales-universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo

² Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México

* Autor para correspondencia: csaenzromero@gmail.com

Los esfuerzos de reforestación y restauración de los ecosistemas forestales se vuelven cada vez más difícil en el contexto del cambio climático. El objetivo de este estudio fue definir zonas de transferencia de semillas para actividades de reforestación del Programa Sembrando Vida en la Meseta Purépecha, Michoacán y para la restauración en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca. Se generaron mapas para visualizar dónde se predicen las condiciones climáticas idóneas para la reforestación con plántulas originadas de semilla colectada en zonas de semillas delimitadas bajo un clima de referencia (1961-1990), que se proyecta ocurrirá en el futuro (escenario RCP 4.5, 2050) en sitios distintos. Se utilizó una zonificación climática previa (basada en temperatura del mes más frío y un índice de aridez) y capas de hábitat climático contemporáneo (1961-1990) y proyectado (década 2060) de *P. pseudostrabus* y *A. religiosa*. Las áreas a reforestar serán más cálidas en el futuro, por lo que se requiere utilizar semilla de sitios igualmente más cálidos. Se estimaron reducciones de aproximadamente el 50% de la superficie del hábitat climático para ambas especies dentro del área en estudio. Este nuevo enfoque proporciona una herramienta útil para decidir la fuente de semilla intentando modificar el manejo forestal para adaptarse al cambio climático. Recomendamos trasladar las fuentes de semillas de lugares cálidos y secos a sitios de plantación actualmente más húmedos y fríos, para compensar el cambio climático que ya ha ocurrido y se espera que continúe durante las próximas décadas.

Palabras clave: bosques templados, degradación forestal, hábitat climático, migración asistida, zonas semilleras.

ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO EFECTIVO DE LA METAPOBLACIÓN DE *Populus tremuloides* MICHX., EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, A LO LARGO DE LOS ÚLTIMOS 50,000 AÑOS

Cecilia Nataly Gutierrez Contreras¹, Christian Anton Wehenkel^{2*}, Ilga Mercedes Porth³, Jose Angel Prieto Ruiz⁴, Marcelo Barraza Salas⁵, Jose Ciro Hernandez Diaz²

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales UJED

² Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera UJED

³ Universidad de Laval, Quebec

⁴ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales UJED

⁵ Facultad de Ciencias Químicas UJED

* Autor para correspondencia: wehenkel@ujed.mx

El genoma de la especie arbórea boreal álamo temblón (*Populus tremuloides Michx.*) ha cobrado interés científico debido a su amplia distribución en Norteamérica y su presencia en poblaciones pequeñas y aisladas en los sistemas montañosos de México, donde a menudo se agrupa en colonias clonales. Por tanto, el objetivo del estudio fue estimar el tamaño efectivo (N_e) de la metapoblación de esta especie extendida en la Sierra Madre Occidental (SMO) durante los últimos 50,000 años (aproximadamente 3,300 generaciones) utilizando SNPs. Empleamos SMC++ en 32 poblaciones (96 genotipos en total) y un cromosoma (20g1), con una tasa de mutación de $2.5e-9$, una edad de generación de 15 años, 10 interacciones y 6 knots. Los resultados indicaron una disminución casi simultánea de N_e en Durango, Chihuahua y Sonora, de 9,000-15,000 genotipos a aproximadamente 3,000 hace unos 30,000 años. Durango y Sonora experimentaron otra fuerte reducción hace unos 15,000 años, mientras que en Chihuahua ocurrió hace unos 2,000 años. En Durango y Sonora, N_e se mantuvo constante, pero en Chihuahua, una nueva reducción se presentó hace 400 años, pasando de 500 a poco más de 100 genotipos. La estimación actual de N_e en la SMO es de unos 1,400 genotipos, que no refleja el número de troncos de árboles. Esta evolución de la metapoblación está estrechamente vinculada con la historia climática de la SMO, reflejando el cambio de la última glaciación al interglaciar actual.

Palabras clave: álamo, *Populus*, ancestral, clima.

ÁREAS PARA LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE *Pinus cembroides* ZUCC.

Andrés Flores García^{1*}, Tomás Pineda Ojeda¹, Enrique Buendía Rodríguez¹, Eulogio Flores Ayala¹, Jorge Méndez González²

¹ INIFAP

² UAAAN

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

México es uno de los centros de diversidad del género *Pinus*. Este es de gran importancia comercial e industrial; además, genera servicios ambientales y es fuente de recursos genéticos. *Pinus cembroides* Zucc. es el más reforestado y con mayor distribución, por lo cual es necesario definir áreas para su conservación genética y garantizar su continuidad en el futuro. El objetivo de este trabajo fue identificar áreas prioritarias para el establecimiento de unidades de conservación genética (UCG) de *P. cembroides*. Para esto, se definió su rango de distribución natural y se utilizaron las zonas de movimiento de germoplasma (ZMG) definidas por la Conafor, como una aproximación a zonas genéticas. Estas últimas se obtuvieron sobreponiendo mapas de distribución natural del pino y las ZMG. Las zonas con menos de 20 árboles fueron excluidas. Para definir las UCG se consideraron seis criterios de selección basados en el tamaño de la población, el tipo de gestión, el monitoreo y el régimen de propiedad. Se identificaron 16 zonas genéticas en las que la especie estuvo presente, pero únicamente doce (I.1, I.2, III.1, III.2, III.3, III.4, IV.1, V.1, V.2, V.3, IX.2 y X.3) satisficieron los criterios para el establecimiento de 21 UCG (75 %). El 62.5 % de estas estuvieron en áreas que contaban con información genética existente (caracterización molecular y ensayos de procedencias). Finalmente, se espera que las UCG determinadas ayudarán a mantener los recursos genéticos del pino piñonero de forma in situ para su uso y aprovechamiento futuro en programas de gestión forestal.

Palabras clave: diversidad genética, pino piñonero, zonas genéticas, zonas de movimiento de germoplasma.

ASOCIACIÓN ENTRE NIVELES DE PLOIDÍA Y LA DIOECIA EN POBLACIONES MEXICANAS DE *Populus tremuloides* MICHX.

Javier Hernandez-Velasco¹, J. Ciro Hernandez-Diaz², Matthias Fladung³, J. Jesús Vargas-Hernández⁴, Sergio L. Simental-Rodriguez², Gloria Martínez-Gracida¹, Christian Wehenkel^{2*}

¹ Universidad Intercultural de Baja California, San Quintin, Baja California

² Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juarez del Estado de Durango

³ Thünen-institute of Forest Genetics, Grosshansdorf, Germany.

⁴ Colegio de Postgraduados-campus Montecillo. Texcoco, México

* Autor para correspondencia: wehenkel@ujed.mx

A lo largo de su área de distribución, que comprende desde el norte de Canadá hasta el centro de México, la especie *Populus tremuloides* Michx. (álamo temblón) se establece en diversos microhábitats, lo cual le ha permitido implementar diversos mecanismos evolutivos y ecológicos, al grado de ser considerada como una especie extraordinariamente "exitosa". Sin embargo, estos mecanismos han sido poco explorados en las poblaciones mexicanas del álamo temblón. Utilizamos información de 90 poblaciones naturales de *P. tremuloides* distribuidas en los principales sistemas montañosos mexicanos (Sierra Madre Oriental y Occidental, Sierra de San Pedro Mártir y el Cinturón Volcánico Transmexicano), para examinar la asociación de la dioecia (proporción de géneros masculino/femenino) con los niveles de ploidía. Para determinar estos últimos utilizamos 36,810 SNPs que se analizaron en el paquete FastPloidy.R. La asignación del género se enfocó en detectar el gen Potri.019G047300 ("TOZ19"), el cual sólo se presenta en individuos machos de *P. tremuloides*. Se ha observado asociación entre el género y los niveles de ploidía, dado que se han encontrado más individuos masculinos que femeninos con ploidía triploide en las poblaciones ($r_s = 0.30$; $p = 0.003$). Los individuos con un complemento cromosómico triploide (tres juegos de cromosomas), exhiben mayor capacidad para resistir en ambientes extremos. Por lo tanto, es común encontrar una proporción más alta de individuos masculinos en situaciones de hábitat límite.

Palabras clave: snps, álamo temblón, mecanismos evolutivos, gen potri.019g047300, toz19

CRECIMIENTO INICIAL DE 64 FAMILIAS DE *Pinus patula* SCHIEDE EX SCHLTDL & CHAM. EN TRES SITIOS DE PLANTACIÓN EN EL CENTRO DE SU DISTRIBUCIÓN NATURAL

Rodrigo Rodríguez Laguna^{1*}, Joel Meza Rangel¹, Ramón Razo Zárate¹, Juana Fonseca González¹, Diana Gómez García¹, Tomás Escobedo Luna¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

* Autor para correspondencia: rlaguna@uaeh.edu.mx

Los ensayos de progenie tienen como propósito estimar el valor genético de individuos superiores de donde se recolecta semilla y comparar el desempeño de su descendencia en campo. Se planteó como objetivo determinar las familias con mayor crecimiento en altura y diámetro de *Pinus patula* en tres sitios de plantación. En cada ensayo de progenie se plantaron las mismas 64 familias repetidas 21 veces. En el año 2019 se plantó en agosto el ensayo de progenie 1 en Chignautla, Puebla; el ensayo 2 en octubre en Huayacocotla, Veracruz, y el ensayo 3 en septiembre en Zacualtipán, Hidalgo. Después de 2.7 años de plantados en campo se midió altura total y diámetro normal de cada árbol. Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias estadísticas significativas ($p=0.05$) entre sitios en altura y diámetro por familia excepto, la familia 69 en altura y la 53 en diámetro de un total de 64 familias evaluadas. La familia 66 tuvo mayor promedio en altura (3.6 m) en Huayacocotla, la familia 21 (3.3 m) en Zacualtipán y la 69 (2.9 m) en Chignautla. En diámetro normal la familia 66 tuvo el mayor promedio (4.1 cm) en Huayacocotla, la familia 21 (3.1 cm) en Zacualtipán y la 62 tuvo 2.1 cm en Chignautla. Se concluye que los árboles de cada familia presentaron mayor crecimiento en altura y diámetro en el sitio de Huayacocotla, Ver., se deja ver que las condiciones ambientales son favorables para el mejor desarrollo de la especie de *Pinus patula*.

Palabras clave: ensayo de progenie, mejoramiento genético, calidad de sitio.

DIVERSIDAD GENÉTICA DE POBLACIONES DE LINÁLOE

Iris Jacaranda Cruz Larios¹, Carlos Ramírez-Herrera^{1*}, Martha Hernández Rodríguez², Victor Manuel Cetina-Alcalá¹, Juan Ignacio Valdez-Hernández¹, Mario Valerio Velasco-García³

¹ Posgrado en Ciencias Forestales Colegio de Postgraduados

² Posgrado de Genética Colegio de Postgraduados

³ INIFAP

* Autor para correspondencia: kmcramcolpos@gmail.com

Lináloe (*Bursera linanoe* (LA LLAVE) RZED., CALDERÓN & MEDINA) es una especie dioica que se distribuye en los estados de Morelos, Guerrero, Puebla y Oaxaca en el bosque tropical caducifolio. Información genética de la especie es importante en la elaboración de estrategias de conservación de esta especie por lo que en el presente estudio se plantea el objetivo: estimar la diversidad y estructura genética de *Bursera linanoe* con microsátelites. En el 2019, se recolectaron hojas de 92 individuos de *lináloe* en cuatro poblaciones. Se transportó el follaje en bolsas de plástico sobre hielo en una caja de plástico. Se almacenaron estas a -20 oC hasta hacer la extracción de ADN. Se utilizaron cinco iniciadores de microsátelites (ISSR). Se aplicó electroforesis a los productos de la PCR para separar los fragmentos en gel de agarosa. Se calcularon el porcentaje de loci polimórficos, heterocigosidad esperada e índice de Shannon-Weaver. Se observaron 69 bandas, se consideró cada banda como un locus. El número de bandas fue similar entre los cinco iniciadores de ISSR. El porcentaje de loci polimórficos fue 100 %. La heterocigosidad esperada fue 0.352, mientras que el número de alelos efectivos fue 1.618. El índice de Shannon fue 0.522. El coeficiente de diferenciación (FST) fue 0.130, mientras que se estimó 1.67 migrantes por generación. La diversidad genética de *lináloe* fue alta con la mayoría de diversidad genética dentro de poblaciones por lo que la diferenciación entre poblaciones de *lináloe* fue moderada como consecuencia de más de un migrante por generación.

Palabras clave: *Bursera linanoe*, microsátelites, heterocigosidad, fst.

EL USO DE MARCADORES MOLECULARES EN LA EXPRESIÓN SEXUAL DE CUACHALALATE

Mireya Sotelo-Barrera¹, Mario Luna-Cavazos¹, Ángelica Romero-Manzanares¹, Mireya Burgos-Hernández¹, Lucero del Mar Ruiz-Posadas¹, Israel Castillo-Juárez¹, Martha Hernández Rodríguez², Carlos Ramírez-Herrera^{3*}

¹ Posgrado Botánica Colegio de Postgraduados

² Posgrado de Genética Colegio de Postgraduados

³ Posgrado en Ciencias Forestales Colegio de Postgraduados

* Autor para correspondencia: kmcramcolpos@gmail.com

Cuachalalate (*Amphipterygium adstringens* Standl.) es una especie dioica. Distinguir individuos androicos de individuos ginoicos de esta especie no es posible hasta que los individuos emiten estructuras reproductivas. Diferenciar individuos androicos de individuos ginoicos en etapas temprana de desarrollo contribuye a la elaboración de estrategias de reintroducción y distribución en el nicho ecológico que esta especie ocupa. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue: identificar marcadores moleculares exclusivos en individuos androicos y de individuos ginoicos de *A. adstringens*. Se recolectó follaje de 12 individuos androicos y 12 individuos ginoicos en tres zonas en el Estado de Morelos. Se colocó el follaje de cada individuo separado en bolsas de plástico. Se transportó el follaje en las bolsas sobre hielo en una hielera al laboratorio de marcadores moleculares del Colegio de Postgraduados. Se hizo la extracción del ADN con una modificación del protocolo CTAB. Se realizó el genotipado con SNPs y Silico DArT en el laboratorio Servicios de Análisis Genéticos para la Agricultura, CIMMYT. Se encontraron los SNPS 100098093 (9: T > C), 100070711 (27: T > G), 100052693 (43: G > A), 100116304 (7: T > G), 100115842 (12: C > A), 100091623 (22: T > G) y 100052914 (13: T > G) solo en los árboles androicos. Además, se encontraron Silico DAT ID100017396 y ID100017399 solo en los individuos androicos. La aplicación del genotipado por secuenciación para identificar SNPs y Silico DArT fue exitosa y permitió la identificación individuos androicos e individuos ginoicos de *A. adstringens*.

Palabras clave: *Amphipterygium adstringens*, snps, silicodart, androicos, ginoicos

EXPLORACIONES EN LA GENÓMICA POBLACIONAL DE UN ENCINO ENDÉMICO DE OAXACA

Nelly Jazmín Pacheco Cruz^{1*}, Jorge E. Campos Contreras², Cecilia L. Alfonso Corrado³, Ricardo Clark Tapia³, Victor M. Salazar Rojas²

¹ Universidad Nacional Autónoma de México

² Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM

³ Universidad de la Sierra Juárez

* Autor para correspondencia: nelly.pacheco.cruz@iztacala.unam.mx

A nivel mundial, México es considerado un importante centro de diversificación del género *Quercus* ya que alberga un gran número de especies, de las cuales, cerca de la mitad son endémicos. *Quercus macdougallii*, es un encino que sólo se distribuye en ciertas zonas de la Sierra Juárez de Oaxaca, entre los 2600 y 3100 m.s.n.m., además, está clasificada como una especie en peligro de extinción (UICN) y amenazada (NOM-059). En este estudio analizamos su variación genómica considerando nueve sitios de muestreo, cinco en la zona norte de su distribución y cuatro en la zona sur (79 individuos). A partir de los datos obtenidos con secuenciación masiva se realizaron análisis bioinformáticos de ensamble con ipyRAD utilizando el genoma de *Quercus robur* como referencia y se identificaron 5426 polimorfismos de nucleótido único (SNPs). Se encontró una baja diversidad genética (H_o y $H_e \sim 0.12$), así como bajos niveles de estructura genética (ADMIXTURE y fastStructure). Aunque la especie sigue siendo una única población única, se identificó un grupo genético con una estructuración incipiente en la zona sur. Por otra parte, un análisis con PCAdapt identificó 41 SNPs atípicos (outliers) que mostraban la presencia de alelos privados asociados a las zonas de estudio. Estos resultados ayudan a complementar las estrategias de conservación de la especie.

Palabras clave: *Quercus macdougallii*, conservación, diversidad genética, secuenciación masiva, bioinformática, SNP.

INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE DE CLONES DE *Eucalyptus urophylla* A EDAD TEMPRANA EN TABASCO

Liliana Hernández Hernández^{1*}, Javier Lopez Upton¹, Marynor Elena Ortega Ramírez², J. Jesús Vargas Hernández¹, Marcos Jiménez Casas¹, Cristiano Bueno de Moraes³

¹ Colegio de Postgraduados

² Forestaciones Operativas de México S. A. de C.V.

³ Universidade Federal Do Tocantins (UFT), Campus Gurupí, Brasil

* Autor para correspondencia: lilianah111@hotmail.com

Los clones deben evaluarse en diferentes sitios dentro de la zona de plantación antes de usarlos operativamente. Si el ambiente interacciona con el comportamiento de los clones es difícil identificar los mejores a nivel regional, ya que el desempeño clonal variará de un sitio a otro. Por tanto, es importante evaluar el nivel de interacción genotipo x ambiente (G×A) e identificar los clones estables en los diferentes sitios. El objetivo fue determinar el grado de control genético de clones de *Eucalyptus urophylla* y determinar su estabilidad en diferentes sitios con la estimación de la varianza clonal y su interacción con el sitio, correlación genética tipo B. Se evaluó la altura y diámetro normal de 44 clones de *E. urophylla* en cuatro sitios a 24 meses de plantados en Huimanguillo, Tabasco. La altura promedio varió de 8.2 a 13.2 m y de DN de 8.7 a 10.5 cm entre sitios. Los resultados mostraron control genético adecuado en el análisis conjunto para altura y diámetro ($H_i^2=0.25$ y $=0.22$) y $H_c^2=0.90$ y 0.90 para altura y diámetro, así es posible seleccionar los mejores clones desde esta edad. La interacción G×A fue reducida, $r_B = 0.83$ y 0.81 para altura y DN, respectivamente, lo que implica que los genotipos son estables, a pesar de que exista cambios en el ordenamiento jerárquico de algunos genotipos en los sitios. Se concluye que existe control genético alto en los genotipos evaluados y desempeño estable entre los sitios a edad temprana.

Palabras clave: correlación genética, heredabilidad, interacción gxa, plantaciones forestales, repetibilidad.

**MORFOLOGÍA DE SEMILLAS E INDICADORES REPRODUCTIVOS EN
Pinus greggii VAR. *GREGGII* DEL NORESTE DE MÉXICO**

Delson Romeo Guizar Pérez^{1*}, Eladio Heriberto Cornejo Oviedo¹, Celestino Flores López¹, Jorge Méndez González¹, Salvador Valencia Manzo¹, Eduardo Alberto Lara Reimers¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

* Autor para correspondencia: romegp052000@gmail.com

Las poblaciones de *Pinus greggii* se encuentran aisladas y endémicas a lo largo del centro y norte de la Sierra Madre Oriental de México, en zonas semiáridas y a veces semitropicales, dicha especie es prometedora en plantaciones comerciales internacionales. El objetivo de este estudio fue evaluar cuatro variables morfológicas y dos indicadores reproductivos de la semilla de *Pinus greggii* var. *greggii* proveniente de 10 poblaciones del noreste de México. Las variables se determinaron en 10 conos que se colectaron de siete árboles seleccionados en las 10 poblaciones. Las variables se analizaron mediante el PROC ANOVA del Statistical Analysis System y cuando se encontraron diferencias se hicieron comparaciones de medias de Tukey al $\alpha = 0.05$. El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre poblaciones ($p < 0.01$) en la longitud de semilla, espesor de semilla, volumen de semilla, peso de mil semillas, peso seco del cono e índice de endogamia. Cuando las poblaciones se agruparon en tres grupos se encontró en el grupo de las Orientales (Puerto Conejo, El Tejocote, Los Lirios y Las Placetas) valores altos en la morfología de la semilla y mayormente valores bajos de índice de endogamia; en el grupo de Salarte (Sierra Hermosa, El Penitente, Cuauhtémoc y Jamé) hubo altos valores en la morfología de la semilla, pero altos valores de índice de endogamia y en el grupo de las Sureñas (La Ascensión y La Taponá) destacó la Taponá, pese a que se encuentra aislada presentó buenos valores de las variables estudiadas.

Palabras clave: varianza, diferencias, aislada, endogamia.

MORFOMETRÍA DE *Brosimum alicastrum* SWARTZ EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Edgar Padilla Herrera^{1*}, Carlos Antonio Ortigoza-García², Leslie Nicole Islas-Calderón³, Santiago Pereira-Lorenzo⁴, Alfredo Esteban Tadeo-Noble², Fulgencio Alatorre-Cobos⁵, Jaime Bautista-Ortega², Javier Enrique Vera-López², Alberto Santillán-Fernández²

¹ Colegio de Postgraduados Campus Campeche

² Biosat. Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Champotón, Campeche, México

³ UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

⁴ Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, Galicia, España

⁵ Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, Mérida, Yucatán, México

* Autor para correspondencia: santillan.alberto@colpos.mx

La variación natural en la morfometría de *B. alicastrum* depende del lugar donde crece el árbol. La morfometría influye en la selección de germoplasma con fines de propagación. El objetivo de este estudio fue diferenciar a nivel morfométrico las variaciones fenotípicas de la especie presentes en la península de Yucatán, para determinar los lugares de procedencia donde se localizan los fenotipos con las mejores características dasométricas. En octubre-noviembre de 2022 se recolectó germoplasma en 14 sitios de la península de Yucatán. Las variables evaluadas fueron de fruto y semilla (largo (cm), ancho (cm), peso (g), volumen (cm³), densidad (g cm⁻³), y relación larga/ancho (cm)), hoja (largo, ancho, relación largo/ancho, y número de nervaduras), y altura (m) y diámetro del árbol (cm). Mediante la correlación de Pearson y estadística multivariada se diferenciaron 4 morfotipos de *B. alicastrum* en la Península de Yucatán. Las variables de fruto con semilla, y de hoja con árbol, fueron directamente proporcionales. Y la asociación de características del árbol con fruto y semilla fue inversamente proporcional. Los morfotipos encontrados fueron: 1) Frutos medianos en árboles pequeños, 2) Frutos grandes en árboles medianos, 3) Frutos pequeños en árboles grandes, y 4) Frutos pequeños en árboles pequeños. Se encontró la presencia de los 4 morfotipos en los 3 estados de la península de Yucatán, lo que se asoció con la plasticidad de la especie; propiedad poco estudiada en *B. alicastrum*. Este estudio puede contribuir en la toma de decisiones para la selección de germoplasma según su fin de propagación.

Palabras clave: árbol ramon, ojite, ojoche, oox, plasticidad fenotípica.

***Pinus oaxacana* MIROV, UN CASO DE DIVERSIDAD GENÉTICA EN LA REGIÓN DEL COFRE DE PEROTE**

Alba-Landa Juan^{1*}, Lilia Del Carmen Mendizábal-Hernández¹, Juan Márquez Ramírez¹, Elba Olivia Ramírez-García¹, Héctor Cruz-Jiménez¹

¹ Universidad Veracruzana

*Autor para correspondencia: jalba@uv.mx

El desarrollo humano ha disminuido la frontera forestal de muchas especies, *Pinus oaxacana* en la región del Cofre de Perote, es un ejemplo de pérdida de diversidad ya que sus poblaciones más significativas como son Las Derrumbadas, Los Humeros y Los Molinos han sido modificadas sustancialmente. La pérdida de estas poblaciones puede poner en riesgo la existencia de la especie en la región, por lo tanto, su protección es importante por los servicios ecosistémicos que presenta, así como su interacción con otras expresiones de vida. El objetivo fue evaluar el crecimiento en altura y diámetro de plántulas de tres procedencias y 17 familias. La semilla se colectó en febrero de 2018 en una prueba de procedencias/progenie en Los Molinos, Perote Veracruz. Las procedencias fueron las anteriormente citadas con 8, 6 y 9 familias respectivamente. Se realizaron seis evaluaciones de altura y diámetro, cada dos meses en vivero, con ayuda de un vernier digital y un flexómetro, se realizó un análisis estadístico descriptivo y de varianza con el paquete Statistica con un modelo lineal de efectos fijos: $Y_{ijk} = \mu + P_i + F_j(P_i) + E_{ijk}$, así como la comparación de medias por el método de Tukey. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre procedencias y familias en las primeras dos evaluaciones, y entre familias para todas con la formación de entre dos y 4 grupos homogéneos, resaltando las familias 6, 2, 11, 8 y 13. Las diferencias entre familias permiten realizar selección temprana. Se concluye que es posible incentivar la permanencia evolutiva de la especie al confinar la diversidad de estas tres poblaciones en un banco de conservación.

Palabras clave: altura, diámetro, crecimiento en vivero, procedencias y progenie.

**REPETIBILIDAD DE PARÁMETROS GENÉTICOS DE CLONES DE
Eucalyptus urophylla A EDAD TEMPRANA EN TABASCO**

Liliana Hernández Hernández^{1*}, Javier Lopez Upton¹, Marynor Elena Ortega Ramírez², J. Jesús Vargas Hernández¹, Marcos Jiménez Casas¹, Rigoberto Acosta Rico¹, Marcelina Arguello Hernández¹, Thatiele Pereira Eufrazio³, Cristiano Bueno de Moraes³

¹ Colegio de Postgraduados

² Forestaciones Operativas de México S. A. de C.V.

³ Universidade Federal Do Tocantins (UFT), Campus Gurupí, Brasil

* Autor para correspondencia: lilianah111@hotmail.com

La eficiencia de la selección temprana puede ser cuantificada por medio de las correlaciones genéticas edad-edad ($rg(\text{edad-edad})$), donde se evalúan los mismos árboles en edades juveniles y posteriores. Un alta $rg(\text{edad-edad})$ es uno de los factores más importantes en la selección temprana. *Eucalyptus urophylla* normalmente se selecciona a los tres años, aunque es posible hacer selección efectiva en características del crecimiento a menor edad sin sacrificar las ganancias genéticas. Este estudio analiza las características de crecimiento como parámetros de selección y clasificación de clones de *E. urophylla*. Se midió la altura total y el diámetro normal de 44 clones en dos edades en un ensayo en Huimanguillo, Tabasco. La altura promedio fue de 4.1 y 8.4 m y el diámetro de 3.7 y 8.8 cm a 12 y 24 meses respectivamente. La varianza genética aumentó gradualmente con la edad y el control genético resultó relativamente fuerte con $H_i^2=0.26$ y 0.36 para altura y $H_i^2=0.28$ y 0.33 para diámetro, así como $H_c^2=0.87$ y 0.88 para altura y $H_c^2=0.92$ y 0.90 para DN a los 12 y 24 meses, respectivamente.

Palabras clave: correlación edad-edad, heredabilidad, plantaciones forestales, selección temprana

VARIACIÓN GENÉTICA DE LA ALTURA TOTAL Y EL DIÁMETRO NORMAL EN UNA PRUEBA DE PROGENIES DE *Pinus greggii* ENGELM., EN ARTEAGA, COAHUILA

Eladio Heriberto Cornejo Oviedo^{1*}, José Francisco Argueta Garnica², Salvador Valencia Manzo³, Celestino Flores López³, Jorge Méndez González³, Eduardo Alberto Lara Reimers³

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

² Servicios Técnicos Forestales del Bajío S. A. de C. V.

³ Departamento Forestal. UAAAN

* Autor para correspondencia: cor61@prodigy.net.mx

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación genética de la altura total y el diámetro normal en una prueba de progenies de *Pinus greggii* a 10 y 16 años de establecida en Arteaga, Coah., con un diseño experimental de bloques completos al azar. Asimismo, se estimó la heredabilidad individual y las medias de familias. El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre familias para la altura total en 2015 y 2021. En 2015 la altura total promedio fue de 2.7 ± 0.04 m y en 2021 aumentó a 5.9 ± 0.05 m. Asimismo, el análisis de varianza arrojó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre familias para el diámetro normal en 2015 y 2021. En el 2015 el valor promedio fue de 3.4 ± 0.07 cm y en 2021, aumentó a 9.3 ± 0.12 cm. De manera general, las familias T275, J25 y S7 presentaron los valores más altos en altura total y diámetro normal; la familia J7 fue la que registró los menores valores de esas variables. En 2015 la heredabilidad individual (h^2_i) para las variables altura total y diámetro normal fueron de 0.37 y 0.35 respectivamente; mientras que en 2021 cambió a 0.26 y 0.49, respectivamente. La heredabilidad a nivel de familias (h^2_f) en 2015, para las variables altura total y diámetro normal fue de 0.60 y 0.59, respectivamente; mientras que en 2021 fue de 0.51 y 0.68, en ese mismo orden.

Palabras clave: altura, diámetro, familias, heredabilidad, *Pinus greggii*, progenie.

VARIABILIDAD GENÉTICA DEL ORÉGANO DURANGUENSE Y SU RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Claudia Edith Bailón-Soto^{1*}, Miguel Mauricio Correa-Ramírez², Maria Del Socorro González-Elizondo², Pablito Marcelo López-Serrano¹, José Javier Corral-Rivas³

¹ Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera de la UJED

² CIIDIR-IPN Unidad Durango

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UJED

* Autor para correspondencia: claudia.bailon@ujed.mx

Se analizó la variabilidad genética del orégano (*Lippia graveolens*) del noreste del estado de Durango y se confirmó su identidad por caracterización morfológica y molecular. Se empleó el marcador biparental ITS 2 (Interespaciador transcrito interno 2) por su buena reproducibilidad, precisión y seguridad. Por lo que los hallazgos de una buena variabilidad genética representan una oportunidad única para implementar los objetivos de desarrollo sostenible. Específicamente, el Objetivo No. 2 “Hambre cero” que busca poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición al promover la agricultura sostenible. Puntualmente a través del indicador 2.5 que precisa mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y sus especies silvestres conexas, mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales y su distribución justa y equitativa, como se ha convenido internacionalmente. Para ello, es necesario un manejo adecuado que evite la deforestación de las zonas oreganeras de Durango, su sobreexplotación e introducción de especies de orégano foráneas que puedan impactar negativamente a los objetivos de biodiversidad y cambio climático. Por lo que se propone la implementación de acciones de manejo sostenible de productos de las poblaciones locales de orégano del noreste de Durango. Evitar la degradación de las poblaciones de orégano debe ser prioritario con transversalidad de políticas, instrumentos, normatividad, monitoreo y evaluación.

Palabras clave: *Lippia graveolens*, its2, variabilidad genética, desarrollo sostenible, degradación.

INDUCCIÓN IN VITRO DE CALLOGÉNESIS Y ORGANOGÉNESIS INDIRECTA A PARTIR DE EXPLANTES DE *Ambrosia ambrosoides*

Diana Miriam Mc Caughey Espinoza¹, Maryela Celaya Rosas^{1*}, Hernán Celaya Michel¹, Perla Urquidez Bejarano¹, Cesar Hinojo Hinojo¹, Karla Guadalupe Rodríguez Briseño²

¹ Universidad de Sonora

² Universidad Estatal de Sonora

* Autor para correspondencia: a219219825@unison.mx

Ambrosia ambrosoides es una planta monoica que mide hasta los 2 metros de altura, es nativa del estado de Sonora y es utilizada en la medicina tradicional. El estudio tuvo como objetivo estimular la producción de callogénesis y organogénesis utilizando diferentes explantes (hoja, tallo, yema apical y axilar). Se utilizó el medio de cultivo Woody Plant Medium (WPM) suplementado con diferentes concentraciones (0,1,2,3 mgL⁻¹) de ácido indolbutírico (AIB). Se llevó a cabo un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de 4x3 con 10 repeticiones, con un análisis de varianza (ANDEVA), para la comparación de medias se utilizó con Tukey-Kramer al 0.05%, De acuerdo a los resultados, se obtuvo un 73% de presencia de callogénesis utilizando el tallo, mientras que, en yema apical y hoja es del 22.22% y en yema axilar un 66.66%. Al analizar el ancho de callo, se presentaron diferencias significativas en tallo y yema axilar con respecto a yema apical y hojas, excepto a la concentración de 3 mgL⁻¹ de AIB en yema apical. En alto de callo también se mostró diferencias significativas, en yema axilar y tallo con respecto a yema apical y hojas, excepto a la concentración de 3 mgL⁻¹ de AIB en yema apical. Se presentó un 64.9% de oxidación y 47.36% de contaminación, siendo en hoja el explante más susceptible a ambos factores. En yema apical, axilar y tallo se presentó organogénesis. Al obtener un porcentaje superior del 70% de callogénesis se podrían obtener plántulas de *A. ambrosoides* realizando otras combinaciones fitohormonales.

Palabras clave: Fitohormonas, Producción, Explantes, Contaminación, Oxidación.

CAPÍTULO VII

Biometría e inventarios forestales

ACTUALIZACIÓN DE MODELOS DE ÍNDICE DE SITIO PARA EL ESTADO DE PUEBLA

Diego Alejandro Gomez Reyes^{1*}, Héctor Manuel de los Santos Posadas¹, Arnulfo Aldrete¹, Juan de Dios Benavides Solorio²

¹ Colegio de Postgraduados

² INIFAP

* Autor para correspondencia: gomez.diego@colpos.mx

La Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) 2108 ubicada en la región sierra norte de Puebla representa la zona de aprovechamiento forestal más importante del estado, por tal motivo es relevante contar con herramientas silvícolas prácticas y precisas que contribuyan al adecuado manejo racional y sostenible de los bosques en esta zona. El objetivo de este estudio fue actualizar los modelos de índice de sitio para *Pinus patula*, *P. teocote* y *P. ayacahuite* propuestos por el Sistema Biométrico Forestal (SiBiFor) para la UMAFOR 2108. Los datos utilizados fueron obtenidos de análisis troncales de 64 árboles dominantes obtenidos para el proyecto SiBiFor. Se ajustaron los modelos de Bertalanffy-Richards, Hossfeld, Korf y Gompertz con estructuras de Diferencia Algebraica Generalizada. Los parámetros de los modelos se obtuvieron empleando el método iterativo anidado, para corregir la autocorrelación de los residuales con una función de auto-regresión de primer orden. Tomando en cuenta los estadísticos de ajuste, el análisis gráfico y la capacidad de predicción del modelo, se recomienda la función de Bertalanffy-Richards para las tres especies. Estas funciones generan curvas con polimorfismo asintótico, son invariantes a la edad base y predicen de manera adecuada el crecimiento de las alturas dominantes e índices de sitio utilizando cualquier altura y edad de referencia seleccionada. El empleo de estos modelos estimará el potencial productivo de las especies, promoviendo el manejo forestal sostenible de la zona.

Palabras clave: diferencia algebraica generalizada, altura dominante, manejo forestal sostenible.

CARACTERIZACIÓN DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN VILLAGRÁN, TAMAULIPAS HABITAT DEL RANCHO SAN SALVADOR

María de Jesús Ramírez Navejar^{1*}, José Isidro Uvalle Saucedo², Yulia Abigail Ortiz Cuevas²

¹ Facultad de Ciencias Forestales

² Facultad de Ciencias Forestales

* Autor para correspondencia: mariadejesusramirez2003@gmail.com

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento para la vida silvestre (UMA) Agroganadería San Salvador, ubicada en el municipio de Villagrán Tamaulipas, en una porción de matorral espinoso tamaulipeco (MET) en donde previamente se trabajó con rodillo aireador. El objetivo fue evaluar las condiciones de hábitat actuales a través de la caracterización de dicha comunidad vegetal. Para cumplir con esto se estableció un muestreo aleatorio, estableciendo sitios de forma rectangular con dimensiones de 5 X 5m, en los cuales se tomaron los datos de las variables dasométricas de altura, diámetro de copa tomados de N-S y de E-O, así como el diámetro de fuste. Con los datos obtenidos se calcularon los parámetros ecológicos de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr), Frecuencia relativa (Fr) e Índice de Valor de Importancia (IVI). Se evaluó en Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') y el Índice de Riqueza de Margalef (DMg). Se registraron un total de 17 especies, agrupadas en 12 familias, de las cuales la familia *Fabaceae* es la más representativa ya que agrupa 5 especies. Además, las especies que presentaron los valores más altos de Ar fueron *Karwinskia humboldtiana* y *Vachellia rigidula*, de Dr fueron *Cordia boissieri* y *Karwinskia humboldtiana* y de Fr fueron *Karwinskia humboldtiana* y *Vachellia rigidula*. En tanto las que presentaron los valores más bajos fueron *Forestiera angustifolia* y *Celtis pallida*, en Índice de Diversidad registró un valor de (2.31) y el de Margalef (3.31), indicando un buen estado de conservación del hábitat.

Palabras clave: caracterización, hábitat, parámetros ecológicos, índice de diversidad, índice de riqueza.

DESARROLLO DE UNA FUNCIÓN DE PERFIL PARA TRES ESPECIES DEL GÉNERO *Pinus* EN LA REGIÓN NOROESTE DE DURANGO, MÉXICO.

Jose Camerino Meraz Aragon^{1*}

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

* Autor para correspondencia: camejcame@gmail.com

El objetivo de este estudio fue desarrollar una función de perfil compatible para estimar el volumen fustal de tres especies de *Pinus* de la región noroeste del estado de Durango, empleando la metodología de modelos de efectos mixtos. El conjunto de datos proviene del análisis fustal de 168, 203 y 136 árboles de *Pinus durangensis*, *P. arizonica* y *P. teocote*, respectivamente, ubicados en predios de la UMAFOR 1005 “Santiago Papasquiario y Anexos”. La base de datos contempla un 75% de los árboles para ajuste de las funciones y el 25% restante para validación. Las funciones ajustadas fueron Biging (1984), Fang *et al.* (2000), Riemer *et al.* (1995) y Kozak (2004). Los estadísticos de bondad para elegir la mejor función fueron; coeficiente de determinación ajustado (R^2_{adj}), y la raíz del error medio cuadrático (RMSE). La ecuación seleccionada para cada especie fue ajustada mediante la metodología de modelos de efectos mixtos para corregir problemas de autocorrelación entre observaciones y explicar la variabilidad entre observaciones (árboles) y localización espacial (sitios). Las estadísticas de bondad de ajuste revelan que la función de Fang *et al.* (2000) y Kozak (2004) fueron las más eficientes con valores muy similares de R^2_{adj} (0.98) y RMSE (1.79), pero debido a la complejidad en la utilización de la función Fang *et al.* (2000) en su integración para generar un modelo de efectos mixtos, se decidió utilizar la ecuación desarrollada por Kozak (2004) para fines prácticos en la estimación del volumen fustal y ahusamiento de las tres especies estudiadas.

Palabras clave: modelos de efectos mixtos, función de perfil, Fang, Kozak, Riemer, Biging.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD A PARTIR DE TECNOLOGÍA LIDAR EN BOSQUES MANEJADOS EN ZACUALTIPÁN, HIDALGO

Rodrigo Ramos Madrigal^{1*}, Héctor Manuel de los Santos Posadas¹, José René Valdez Lazalde¹, Efraín Velazco Bautista², Alma Delia Ortiz Reyes²

¹ Colegio de Postgraduados

² Cenid-Comef-INIFAP

* Autor para correspondencia: ramosmadrigal06@gmail.com

La variabilidad natural del índice de sitio (IS), dentro y entre unidades de manejo forestal, requieren que este indicador de la productividad forestal pueda ser medido de manera espacial y confiable para lograr una mejor definición de las zonas de productividad equivalente. Es aquí donde los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging) pueden jugar un papel importante. En este estudio, se procesó información de cinco remediciones en sitios permanentes de inventario forestal en el Sitio de Monitoreo Intensivo de Carbono Atopixco, Hidalgo (SMIC). Esto se realizó con el fin de construir curvas de IS y se utilizó un escaneo LiDAR de 2013 para examinar la relación entre las métricas LiDAR y la altura dominante (HD) registrada en campo. Se evaluaron tres modelos para predecir la HD en función de la elevación del percentil 99 de LiDAR, y se probaron nueve ecuaciones dinámicas desarrolladas bajo el enfoque de Diferencia Algebraica para modelar el IS. Después de evaluar los estadísticos de ajuste y visualizar las predicciones, se determinó que el modelo lineal fue el más adecuado para estimar la HD, mientras que, para evaluar el IS, el modelo anamórfico de Hossfeld IV posee mejor ajuste respecto las observaciones en campo. Estos modelos incorporados a un SIG permiten ver que el IS dentro del SMIC Atopixco tiene un gradiente de Norte a Sur a partir del cual se reduce. El uso del SIG permite, además, identificar zonas de productividad dentro del SMIC Atopixco.

Palabras clave: índice de sitio, altura dominante, métricas lidar, crecimiento, inventario.

FUNCIONES DE AHUSAMIENTO Y VOLUMEN COMERCIAL PARA PINOS TROPICALES EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Laura Vianey León-Gonzalez^{1*}, Bernardo Galeote-Leyva¹, Ramiro Puc-Kauil¹, José Pastor Parra-Piedra², Adan Nava-Nava³, Mayra Rocío Ramírez Vargas⁴, Luis Xavier Trujillo-Gomez¹

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Ruby Canyon Mexico A Tüv Süd Company

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

⁴ Departamento de Conservación y Restauración de Recursos Naturales. Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural CORENADR, CDMX

* Autor para correspondencia: vianeyleong04@gmail.com

Las plantaciones forestales de pinos tropicales son importantes para la obtención de resina y madera a corto plazo debido al crecimiento rápido que presentan. Estudios de adaptación y establecimiento de estas plantaciones son relevantes en México. El objetivo de la investigación fue realizar el ajuste de modelos de volumen fustal, ahusamiento-volumen comercial para dos pinos híbridos y un pino puro de una plantación. Se utilizaron 90 árboles de pinos híbridos y puros por categoría diamétrica. Se midieron los diámetros con y sin corteza a diferentes alturas a lo largo del fuste. Se ajustaron ocho modelos de volumen y tres modelos compatibles de ahusamiento-volumen comercial. La bondad del ajuste se evaluó con el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{adj}) y la raíz del cuadrado medio del error (RCME), y con el gráfico de valores predichos y observados. El modelo de volumen Schumacher y Hall, y el Australiana fueron los más precisos para estimar el volumen con y sin corteza con un R^2_{adj} de 0.96 a 0.99 y RMCE de 0.00243 a 0.00804 m³. Para los modelos de ahusamiento-volumen el mejor fue el de Clutter (1980), seguido del modelo de Fang y Bailey (1999) caso II b, ($R^2_{adj} = 0.94-0.98$ y RMCE= 0.0048-1.294 m³). El pino puro *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y el híbrido *Pinus caribaea* var. *hondurensis* × *Pinus tecunumanii* presentaron fustes geoméricamente cercanos a un paraboloides. Los modelos generados son útiles para la estimación de volumen de madera para las especies evaluadas.

Palabras clave: plantaciones, ahusamiento-volumen, procedencias de pinos, volumen de madera.

HERRAMIENTAS BIOMÉTRICAS PARA EL MANEJO DE RODALES EN EL SUR DE MÉXICO

Adan Nava-Nava^{1*}, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Wenceslao Santiago-García², Héctor Manuel de Los Santos-Posadas¹, José René Valdez-Lazalde¹, Gerónimo Quiñonez-Barraza³

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad de la Sierra Juárez

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

* Autor para correspondencia: adan.nava@colpos.mx

El desarrollo de herramientas matemáticas para la gestión adecuada de los recursos forestales, representa uno de los objetivos fundamentales de la modelación forestal. Su uso es un aspecto esencial en las tareas del manejo forestal para alcanzar la meta establecida. La presente investigación tuvo como objetivo demostrar el uso y la aplicación de tres herramientas cuantitativas en el manejo de rodales puros de *Pinus patula* localizados al sur de México. Para ejemplificar el uso y aplicación de estas herramientas se empleó información dasométrica de parcelas permanentes de monitoreo silvícola. La calidad de sitio de los rodales se puede calcular con la ecuación que emplea variables climáticas y topográficas para estimar el índice de sitio (IS), el cual es un parámetro clave para definir la intensidad del manejo. Además, el IS es indispensable en el desarrollo de sistemas de crecimiento y rendimiento maderable, el cual puede ser construido con las ecuaciones propuestas para la especie en función de la edad, altura dominante, diámetro normal promedio, número de árboles por hectárea, área basal por hectárea y volumen por hectárea. La proyección de la distribución diamétrica de los rodales puede realizarse con el diámetro cuadrático medio, diámetro normal promedio y diámetro normal mínimo, variables que se calculan fácilmente con la información de inventarios forestales. Estas herramientas biométricas son el insumo principal para una gestión correcta de rodales dominados por *Pinus patula* en el sur de México.

Palabras clave: altura dominante, índice de sitio, rendimiento maderable, *Pinus patula*, distribución diamétrica.

INCREMENTO BASAL DE *Pinus pseudostrabus* EN DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE GÜEMEZ, TAMAULIPAS

Angelica Torres García^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

* Autor para correspondencia: angelica.torres.garcia09@gmail.com

La heterogeneidad del relieve conlleva a que en zonas montañosas exista una gran diversidad de microclimas y esto crea una gran variedad de tipos de vegetación con funciones diversas. El crecimiento anual de los árboles es influenciado por varios factores ambientales. Por lo tanto, dependiendo de las condiciones ambientales y de la especie, estos factores pueden afectar el incremento basal. Debido a esto se pretende determinar el incremento basal de *Pinus pseudostrabus* en dos localidades del municipio de Güémez, Tamaulipas; el proyecto se llevará a cabo en los ejidos Los San Pedros y Rancho Nuevo. Se determinará el incremento basal aplicando métodos dendrocronológicos; secado y lijado las muestras, prefchado y medición de las muestras y se realizará la medición de diámetros y alturas para calcular volúmenes. De esta manera, se pretende comprobar que el incremento basal de *Pinus pseudostrabus* es igual en las dos localidades.

Palabras clave: incremento, diametro, basal, volumen, dendrocronología.

**LA COMPETENCIA INFLUYE EN EL DESARROLLO DE LA COPA DEL
Pinus douglasiana DE LOS BOSQUES DE JALISCO**

Jaqueline Xelhuanzi Carmona^{1*}, Ernesto Alonso Rubio Camacho², Álvaro Agustín Chávez Durán²

¹ Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria

² INIFAP

* Autor para correspondencia: xelhuanzi.jacqueline@hotmail.com

El diámetro de copa (DC) de un árbol es relevante en la dinámica del rodal, debido a sus características como cobertura, volumen y desarrollo, las cuales determinan la competencia que ejercen entre los individuos, el crecimiento en altura y el crecimiento en área basimétrica de la estructura forestal. En este sentido, el objetivo de este estudio es determinar si la competencia influye en el desarrollo de la copa de *Pinus douglasiana* de los bosques productivos de Jalisco. Para lo anterior se utilizaron datos procedentes de sitios permanentes de 0.25 ha, entre los parámetros utilizados fue especie, diámetro ($dap \geq 7\text{cm}$), altura total, altura de fuste limpio, diámetro de copa (N-S y E-0). En total se analizaron los datos de 1975 árboles, con lo que se determinó el diámetro medio de copa y el índice de BALMOND. Además, se analizó la influencia de la competencia con el desarrollo de la copa utilizando un modelo lineal generalizado con los parámetros diámetro e índice de competencia (BALMOND), observando que, ambos parámetros fueron estadísticamente significativos ($P\text{-valor} \leq 0.001$ y $R^2 0.73$), lo que nos indica que es un buen modelo. Así mismo, se observó que entre mayor es el diámetro de los árboles, menor resulta ser la competencia (índice de BALMOND) en cuanto a diámetro de copa. Por lo que se concluye que el índice de competencia influye directamente en el desarrollo de la copa de los árboles.

Palabras clave: bosques templados, índice de balmond, competencia.

LOS MODELOS GAM MEJORAN LA PREDICCIÓN DEL PARÁMETRO DE FORMA DE LA DISTRIBUCIÓN WEIBULL

Ernesto Alonso Rubio Camacho^{1*}, Jaqueline Xelhuantzi-Carmona¹, Hipólito Jesús Muñoz-Flores², Rubén Barrera-Ramírez², Álvaro Agustín Chávez-Durán¹

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

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIR-Pacífico Centro, Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México.

* Autor para correspondencia: ernestorub@gmail.com

La estimación precisa de las distribuciones diamétricas es fundamental para el manejo forestal sustentable. Con el propósito de mejorar el entendimiento de las relaciones entre las variables del rodal y los parámetros de la distribución Weibull, se utilizaron Modelos Aditivos Generalizados (GAMs) para estimar los parámetros de forma y escala en bosques templados de Jalisco dominados por *Pinus douglasiana* Martínez. Para ello se utilizó información de 42 sitios de muestreo (50 x 50 m), en los que se ajustó la distribución Weibull. La bondad de ajuste se comprobó mediante las pruebas de Anderson-Darling, Kolmogorov-Smirnov y Cramer-Von-Mises. El modelo GAM fue el que mejor estimó el parámetro de forma, con una varianza explicada del 88%. En este modelo, las variables seleccionadas fueron diámetro medio ($p < 0.001$) y diámetro máximo ($p < 0.001$), ambas demostraron una relación no lineal con el parámetro de forma, con un valor de edf (grados de libertad efectivos) igual a 7.96 y 3.40 respectivamente. Por otro lado, el parámetro de escala mostró una relación lineal con las variables del rodal (diámetro medio cuadrático ($p < 0.001$) y el diámetro máximo ($p < 0.001$)) con una R^2 de 0.99. Las relaciones no lineales identificadas en este estudio destacan la importancia de considerar patrones de crecimiento complejos al modelar la dinámica forestal. Este trabajo contribuye a la comprensión de cómo las características del rodal influyen en la estructura y el crecimiento del bosque, así como a la toma de decisiones para el manejo forestal sustentable.

Palabras clave: *Pinus douglasiana*, modelación forestal, bosques templados, jalisco, distribuciones diamétricas

MODELO ADITIVO DE TOTALIDAD DE RODAL DE PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO TRAS ACLAREOS USANDO SISTEMAS DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO MADERABLE

Jose Pastor Parra Piedra^{1*}, Hector Manuel de los Santos Posadas², Jose Rene Valdez Lazalde², Aurelio Manuel Fierros Gonzalez², Jose Luis Romo Lozano³

¹ Ruby Canyon Environmental

² Postgrado en Ciencias Forestales - Colegio de Postgraduados

³ Universidad Autónoma Chapingo - División de Ciencias Forestales

* Autor para correspondencia: jose.parra@tuvsud.com

¿A qué edad deben aplicarse los aclareos? Se presenta un par de modelos de crecimiento en área basal ($m^2 ha^{-1}$) tras aplicar un primer y segundo aclareo en masas puras de plantaciones. La variable respuesta (AB) esta en función de la altura dominante (A) la edad del rodal (E), el número de árboles por hectárea o densidad inicial (NA) y el número de árboles después del tratamiento silvícola (NA_i). La hipótesis refiere que la masa forestal del rodal reflejará el potencial de crecimiento de la etapa inicial redistribuyéndose en el número de árboles restante después de un aclareo. La mortalidad se asume cero tras la primera y segunda intervención. El valor de los parámetros fue tomado de un sistema de crecimiento y rendimiento maderable explícito (SCRM) con índices de sitio (IS) 10, 15, 20 y 25 metros. Se utilizó el diámetro cuadrático (D_q) alcanzando la zona de mortalidad de una guía de densidad de Reineke del mismo SCRM para fijar la prescripción. Los resultados indican que 12.5, 21.0 y 30.0 cm son los D_q para el primer, segundo aclareo y corta final y la intensidad de corta es de 52, 50 y 100% respectivamente. La densidad inicial teórica es de 1,100 cosechando al final 256 árboles por ha^{-1} . Aplicando los modelos propuestos y en un IS promedio de 20 m las intervenciones silvícolas ocurren a la edad de 7, 11 y 21 años. La trayectoria de crecimiento en aclareos, traslapada con la de crecimiento libre del SCRM son congruentes gráficamente.

Palabras clave: modelo aditivo de crecimiento, aclareos, sistema de crecimiento y rendimiento maderable.

MODELOS DINÁMICOS DE ÍNDICE DE SITIO PARA *Pinus* DENTRO DE UN PREDIO COMUNAL EN OAXACA

Carla Itzel Martinez Perez^{1*}, Albert Castillo Lopez², Gerónimo Quiñonez Barraza³

¹ Universidad de la Sierra Juarez

² Universidad Juárez del Estado de Durango

³ Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

* Autor para correspondencia: carla9407mp@gmail.com

Los programas de manejo forestal sustentables requieren de herramientas silvícolas de precisión para clasificar la productividad de los terrenos forestales y con ello facilitar la aplicación de los tratamientos silvícolas a corto, mediano y largo plazo. En este trabajo se ajustaron modelos dinámicos expresados en diferencias algebraicas generalizadas (GADA) para estimar la altura dominante e índice de sitio de las especies de *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus ayacahuite* dentro del predio comunal de La Trinidad Ixtlán, ubicado en la Sierra Norte del estado de Oaxaca, México, con el objetivo de incorporarlos en la planeación de su programa de manejo forestal. Los datos utilizados fueron de análisis troncales de 182 árboles dominantes obtenidos de todas las calidades de estación, en los cuales la ecuación dinámica de Bertalanffy-Richards fue la que mejores gráficos y estadísticos de ajuste presento. Este modelo es polimórfico con múltiples asíntotas e invariante con respecto a la edad de referencia, además estima directamente la altura dominante y el índice de sitio a cualquier altura y edad. El uso de estas ecuaciones permitió mejorar significativamente la estimación actual del potencial productivo de las especies estudiadas en el predio y mejorara las estimaciones del secuestro de carbono.

Palabras clave: diferencias algebraicas generalizadas, productividad forestal, tratamientos silvícolas.

MODELOS DINÁMICOS DE PRODUCTIVIDAD FORESTAL PARA *Quercus Spp.* DENTRO DE UN PREDIO COMUNAL EN OAXACA.

Albert Castillo López^{1*}, Gerónimo Quiñonez-Barraza²

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango

² INIFAP

* Autor para correspondencia: a_castillo@ujed.mx

Los *Quercus spp.* son el segundo género más importante dentro del aprovechamiento y secuestro de carbono forestal en la Sierra Norte del estado de Oaxaca, y por consiguiente los menos estudiados dentro de la productividad de los bosques forestales. El objetivo de este trabajo fue desarrollar ecuaciones dinámicas de crecimiento en altura dominante e índice de sitio expresadas en diferencias algebraicas generalizadas (GADA) para *Quercus laurina* y *Quercus crassifolia* en el predio comunal de la Trinidad Ixtlán, Oaxaca, México, ubicado dentro de la Unidad de Manejo Forestal Regional 2001. Para el ajuste de las ecuaciones se utilizaron datos de análisis troncales de 90 árboles dominantes cubriendo todas las calidades de estación del área sujeta al manejo forestal. Todos los modelos desarrollados de árbol individual pueden generar curvas de crecimiento en altura dominante e índice de sitio a una edad base o de referencia, además, son la base para calcular el desarrollo de otros atributos relevantes de las masas forestales. La determinación de la productividad potencial del sitio mediante el uso de curvas de crecimiento es un método práctico y representativo para una presentación simplificada de los procesos de crecimiento complejos en rodales, que facilitan la implementación de prácticas de manejo forestal sostenible en los bosques forestales.

Palabras clave: índice de sitio, *Quercus spp.*, productividad forestal, altura dominante.

MODELOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE RODALES DE *Pinus patula* EN EL SUR DE MÉXICO

Adan Nava-Nava^{1*}, Gregorio Ángeles-Pérez¹, Wenceslao Santiago-García², Héctor Manuel de los Santos-Posadas¹, José René Valdez-Lazalde¹, Gerónimo Quiñonez-Barraza³

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad de la Sierra Juárez

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

* Autor para correspondencia: adan.nava@colpos.mx

La caracterización de la distribución diamétrica de rodales manejados para la producción de madera proporciona estimaciones precisas del volumen existente por clase diamétrica y unidad de superficie. El objetivo de este estudio fue usar el enfoque bayesiano para estimar los parámetros de las funciones de densidad de probabilidades (FDP) SB de Johnson (JSB) y Weibull (W) y modelar la distribución diamétrica de rodales puros de *Pinus patula* localizados al sur de México. Se usaron datos dasométricos de 462 distribuciones diamétricas, derivadas de siete mediciones consecutivas de 66 parcelas permanentes de muestreo de 400 m². Los resultados indicaron que el enfoque bayesiano es apropiado para estimar los parámetros de las FDP JSB y W. Debido a la similitud en las pruebas no paramétricas de las FDP y los estadísticos de bondad de ajuste, el análisis gráfico ayudó a seleccionar la función W como la mejor opción para modelar la distribución diamétrica de los rodales analizados. Las ecuaciones de predicción de los parámetros de la función W con variables de la parcela, permitieron caracterizar y proyectar la distribución teórica de clases diamétricas de manera sencilla, precisa y con variables de fácil medición en inventarios forestales. Esto hace que el conjunto de modelos sea una herramienta útil para el inventario, aproximación del valor de la cosecha y manejo de los bosques de *Pinus patula* en el sur de México.

Palabras clave: clase diamétrica, estimación de parámetros, funciones de densidad de probabilidades, Weibull.

PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DE *Eucalyptus urophylla* EN TABASCO POR MEDIO DEL MODELO ECOFISIOLÓGICO 3PG

Jesús Prados Coronado¹, Rodrigo Hakamada^{2*}, Belkis Sulbaran³

¹ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

² Instituto de Pesquisas E Estudos Florestais

³ Universidad de Guadalajara

* Autor para correspondencia: rodrigo.hakamada@ufrpe.br

Las plantaciones forestales desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio climático a través del secuestro de carbono. Mexico tiene un gran potencial para las plantaciones, una vez que ocupa solamente 0.08% del territorio. El objetivo del estudio fue estimar la productividad potencial del *Eucalyptus urophylla* en el estado de Tabasco, sur de Mexico y identificar los principales factores climáticos que influyen en los resultados. Como parámetros de entrada del modelo 3PG se utilizaron datos climáticos y edáficos del estado, así como parámetros de vegetación obtenidos de estudios previos en Brasil. Se elaboraron mapas para presentar la aptitud de la productividad para las plantaciones forestales de *Eucalyptus*. En Tabasco la productividad potencial, o sea, aquella que ocurriría si no hubiera ninguna restricción de lluvia, ataque de plagas o enfermedades y no hubiera fallas silviculturales varió entre 50 y 80 m³ ha⁻¹ año⁻¹, evidenciando el enorme potencial de la región para la cultura del *Eucalyptus*. La variable ambiental que más se relacionó con la productividad fue la precipitación, resultado recurrente alrededor de regiones tropicales.

Palabras clave: productividad potencial, plantaciones forestales en México, *Eucalyptus urophylla*, modelo 3PG.

REMEDIACIÓN DE SITIOS DE INVENTARIO PERMANENTE EN MASAS MEZCLADAS DE PINO EN SAN PEDRO EL ALTO, ZIMATLÁN, OAXACA

Maria del Carmen Zárate Salinas^{1*}, José Daniel García García¹, Héctor Manuel de los Santos Posadas², José Cristóbal Leyva López¹, Moisés Raúl Hernández Cortez³

¹ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

³ Dirección Técnica de San Pedro El Alto, Zimatlán, Oaxaca

* Autor para correspondencia: 118920158@voaxaca.tecnm.mx

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar a través del monitoreo silvícola el incremento volumétrico en masas mezcladas de pino en San Pedro el Alto, Zimatlán, Oaxaca. Con base en la información del programa de manejo y archivos de la Dirección Técnica Forestal se ubicaron los sitios permanentes de inventario de 1000 m² para su remediación establecidos en el inventario estratégico en 2014 y remediados en 2022 (8 años). De un total de 110 sitios establecidos, fue posible remedir 57 sitios de los cuales 13 fueron cosechados, 40 no fueron cosechados y 4 en áreas incendiadas. En ambas mediciones se registró especie, diámetro normal y altura total de los árboles etiquetados. Uno de los resultados relevantes sugiere que la proporción de volumen del periodo entre sitios cosechados y no cosechados es muy similar (crecimiento relativo al volumen). Usando estimadores de proporción (razón) entre volúmenes 2014 y 2022 se tiene que los sitios cosechados esta proporción es de 1.28 mientras que en no cosechados es de 1.37. Aunque hay ligeras diferencias se aprecia una tasa base similar a pesar de que son masas forestales diversas en cuanto a edad, existencias reales, intensidades de corta y productividad. Utilizando los datos del inventario estratégico como base de comparación para estimar la cosecha potencial de San Pedro el Alto se tiene que de haberse usado los datos de crecimiento la posibilidad estimada hubiera sido de 316,000 m³ año⁻¹ comparado con la estimada mediante métodos tradicionales de virutas de incremento que fue de 137,000 m³ año⁻¹.

Palabras clave: área basal, incremento, monitoreo, manejo forestal, volumen.

RIEGO SOLAR Y FERTILIZACIÓN EDÁFICA EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE *Agave cupreata* TREL. & BERGER

José Ángel Alcántara Jiménez^{1*}, Rosa Isela Chino Amateco², Mauricio De Los Santos Ramos², Adan Nava Nava³, Angel Osvaldo Alcantara Nazario³, Carlos Alberto Pérez Cabrera²

¹ Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero

² CSAEGRO

³ Colegio de Postgraduados

* Autor para correspondencia: aaja61@hotmail.com

El trabajo se desarrolló en Ahuexotitlán, municipio Mártir de Cuilapan, Gro., se estableció un experimento donde se evaluaron 5 tratamientos, 5 repeticiones, 2 plantas por tratamiento, se utilizó un diseño de bloques completos al azar y una planta como unidad experimental. El objetivo fue Implementar la técnica de riego solar con fertilización edáfica y foliar, en el desarrollo de plantas de *Agave cupreata*. Con los datos se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que el tratamiento T4 resultó con mayor evaporación 68% y registro de hojas con 21. La mayor altura y diámetro se obtuvo con el T4 con 13.66 y 34.26 cm respectivamente. En la longitud de la hoja el mayor valor fue de 15.02 cm para el T1. El ancho de la hoja lo obtuvo el T3 con 7.16 cm. Los Brix lo obtuvo el T2 con 7.3 en la parte apical de la hoja. La determinación de K⁺ el T2 reflejó mayor concentración con 2024 ppm. En el Na⁺ el T4 presentó el mejor valor con 13.2 ppm. El Ca²⁺, el T2 resultó con 750 ppm. El NO₃⁻ el T3 resaltó el mayor valor con 180 ppm. En la determinación de CE y pH el T1 reflejó el promedio mayor de 5.5 mS/cm y pH de 4.9. Generalmente, el T4 fue el que resultó más eficiente en el desarrollo de plantas de *Agave*.

Palabras clave: evaporación, riego solar, *Agave cupreata*.

SISTEMA COMPATIBLE DE AHUSAMIENTO-VOLUMEN PARA ESPECIES COMERCIALES EN EL PREDIO LA TRINIDAD IXTLÁN, OAXACA, MÉXICO

Albert Castillo López^{1*}, Gerónimo Quiñonez Barraza², Rómulo Ruiz Ruiz³

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango

² INIFAP

³ Consultor Forestal

* Autor para correspondencia: a_castillo@ujed.mx

Los programas de manejo forestal sustentable requieren de herramientas de precisión en el cálculo del volumen total y comercial, por lo que el objetivo de este estudio fue ajustar y comparar tres sistemas segmentados de ahusamiento y volumen comercial con corteza, como ecuaciones simultaneas para *Pinus patula*, *Pinus psedustrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Quercus laurina* y *Quercus crassifolia*, principales especies forestales comerciales en el predio comunal La Trinidad Ixtlán, Oaxaca, México. Se emplearon 5,188 pares de datos de 272 árboles proveniente de análisis troncales. El modelo segmentado de Fang resultó ser el más preciso y eficiente para todas las especies, obteniendo coeficientes de determinación ajustado por arriba de 0.94 para el volumen comercial y una raíz del cuadrado medio del error que va de 0.07 a 0.23.

Palabras clave: *Pinus patula*, *Pinus psedustrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Quercus laurina*, *Quercus crassifolia*, volumen.

TASAS DE MORTALIDAD E INCORPORACIÓN EN BOSQUES NATIVOS MIXTOS E IRREGULARES DE DURANGO, MÉXICO

Diana Paloma Gandara Amezcua^{1*}, José Javier Corral-Rivas¹, Héctor Manuel de los Santos Posadas³, Jaime Briseño Reyes¹, Pablito Marcelo López Serrano³

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

² Colegio de Posgraduados

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

* Autor para correspondencia: paloma_8888@hotmail.com

Los bosques mixtos e irregulares representan uno de los recursos forestales más importantes de México, por lo que el monitoreo de su dinámica de crecimiento es fundamental para su conservación, aprovechamiento y sostenibilidad. La mortalidad, considerada como el número de árboles que mueren durante un periodo de crecimiento, y la incorporación, definida como los nuevos árboles que alcanzaron el diámetro mínimo inventariable, son componentes importantes en los modelos de crecimiento y rendimiento forestal, especialmente en áreas donde se práctica la silvicultura de baja intensidad. El objetivo de este estudio es presentar las tasas de mortalidad e incorporación que fueron observadas en dos periodos de crecimiento de 5 años en 184 Sitios Permanentes de Investigación Forestal y de Suelos establecidos en bosques mixtos e irregulares en Durango, México. Los resultados indican que la mortalidad varió de 0 a 204 individuos por hectárea con un promedio de 26 árboles por hectárea, durante el primer periodo de observación, y de 0 a 804 individuos por hectárea con un promedio de 33 árboles por hectárea, durante el segundo periodo de crecimiento. Por otro lado, la incorporación observada varió de 0 a 152 individuos por hectárea con un promedio de 5 árboles por hectárea, durante el primer periodo de observación, y de 0 a 176 individuos por hectárea con un promedio de 5 árboles por hectárea, durante el segundo periodo de crecimiento. Ambas variables la mortalidad y la incorporación se encuentran relacionadas con el área basal de los sitios al inicio del periodo de crecimiento

Palabras clave: monitoreo, parcelas permanentes, remediación.

COMPARACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS FORMAS DE SITIO PARA EL MUESTREO DE COMBUSTIBLES FORESTALES

Bernardo López López^{1*}, Anselmo Maximino Robledo¹, Jacob Oropeza Martínez¹, Beatriz Calleja Peláez¹, William Valdez Altamirano¹, Nidia Nayely Guerrero Teodoro¹

¹ Universidad Intercultural del Estado de Guerrero

*Autor para correspondencia: lopez_020986@hotmail.com

El manejo del fuego requiere información sobre cargas de combustible con nivel de precisión aceptable para la toma de decisiones. El objetivo del trabajo fue: a) comparar la precisión de cargas de combustible en sitios de forma “triangular” y “abierto”, b) correlacionar la profundidad de hojarasca (ph) y profundidad del mantillo (pm) con las cargas de combustible. Se estableció un conglomerado de acuerdo al diseño de muestreo del INFyS en bosque de pino-encino de la comunidad Ojo de Agua de Cuauhtémoc, Malinaltepec, Guerrero; se implementaron cuatro sitios por cada forma para obtener la información en campo, cada sitio consistió en tres líneas de intersección planar para cuantificar los combustibles leñosos por tiempo de retardo que fue agrupado como suma de material leñoso (sml), al final de cada línea se midió la carga de hojarasca (ho) y mantillo (ma) con la profundidad de cada componente en 0.09 m². La carga media del sitio triangular fue 40.25±31.01 t ha⁻¹, mientras el sitio abierto registro una carga de 35.05±23.43 t ha⁻¹ con diferencia del 10 % de acuerdo al coeficiente de variación; la prueba de comparación de medias T no mostro diferencia entre formas de sitio (p = 0.648). La correlación entre pm–ma y ph–ho mostraron un r = 0.78 y 0.75 respectivamente, mientras el ho-ct y ma-ct evidencio un r = 0.80 a 0.88 (p< 0.001). Se recomiendan los sitios triangulares para fines prácticos y es factible estimar la carga de ho y ma conociendo su profundidad.

Palabras clave: mantillo, hojarasca, profundidad, forma triangular, material leñoso, conglomerado.

ESTIMACIÓN DE LA TASA DE APROVECHAMIENTO PARA *Chamaedorea quezalteca* EN LA SEPULTURA, CHIAPAS

Rausel Ramirez Camacho^{1*}, Emilio Palomeque Figueroa², Carlos Alejandro Gonzalez Gonzalez³

¹ Consultoria Particular

² Consultoria Particular

³ Universidad Autonoma de Chiapas, Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

* Autor para correspondencia: rauselr@gmail.com

Las especies de *Chamaedorea* constituyen un recurso forestal no maderable de alto valor comercial. En Chiapas el aprovechamiento se inició en 1959, y desde entonces y hasta el decenio de 1990, el estado aportó aproximadamente 48% del aprovechamiento nacional. El aprovechamiento de esta palma en la región se inició en la década de 1950; a partir de esta época y hasta la década de 1990 toda la producción de hojas era extraída de poblaciones naturales, muchas de las cuales se encontraban en el área de amortiguamiento y dentro de la zona núcleo de las reservas de la biosfera El Triunfo y La Sepultura. Para llevar a cabo el estudio, se establecieron 23 parcelas permanentes de forma cuadrangular de 10 x 10 m, (100 m²), se ubicaron al azar dentro de las áreas consideradas del plan de manejo, y se ubican en campo con ayuda de un dispositivo navegador GPS. se tomaron los datos por sitio de: numero de plantas, numero de varetas, numero de hojas y altura, los resultados promedio fueron: 122,48 plantas, 10.75 varetas, 17.99 hojas, 216.7 cm de altura, volumen estimado de 8,901,027.03 hojas con un error muestral de 0.15

Palabras clave: follaje, palma camedor, inventario, vida silvestre, no maderables.

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS COMO HERRAMIENTAS PARA EL MONITOREO DE ECOSISTEMAS NATURALES EN MÉXICO

Maria Guadalupe Nava Miranda^{1*}, Jesús Aguirre Gutiérrez², José Javier Corral-Rivas³, Daniel Jose Vega Nieva³, Jaime Briseño-Reyes³, María del Socorro González Elizondo⁴, Carlos Briones Herrera³, Adriana Gómez-Lozano⁵, Maribel Pineda Rivera⁵, Juan Carlos Loera Medina³, Luis Antonio Hernández Becerra³, Juan Gabriel Álvarez-González⁶, Ariadna Antúnez³, Klaus Von Gadow⁷

¹ Programa de Doctorado en Ingeniería para el Desarrollo Rural y Civil. Escuela de Doctorado Internacional de la Universidad de Santiago de Compostela

² Environmental Change Institute, School of Geography and The Environment, University of Oxford, Oxford, Uk.

³ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, UJED, Durango, México.

⁴ Herbario Ciudad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Durango, México.

⁵ Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México.

⁶ Departamento de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Santiago de Compostela, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Lugo, España.

⁷ University of Göttingen, Göttingen, Germany; Beijing Forestry University, Beijing, China; University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.

* Autor para correspondencia: nava.miranda@gmail.com

La red de sitios permanentes en México, mejor conocida como Monafor, durante quince años (2007-2023) ha generado y almacenado una serie de observaciones de campo en diferentes ecosistemas forestales de México. Las remediciones comenzaron desde 2012 hasta la fecha y se realizan en periodos aproximados a 5 años, todos los árboles inventariables (dap >7.5 cm) tienen etiquetas permanentes con ID que facilitan la medición precisa del diámetro y la altura. Las coordenadas de cada individuo se conocen a partir de azimut y distancia. Además, características descriptivas del sitio, regeneración, muestras botánicas y de suelo complementan la información del sitio. Cada sitio cubre una superficie de muestreo de 0.25 ha, y actualmente 688.9 ha. son continuamente muestreadas. Los sitios se distribuyen en bosques templados, tropicales y matorrales han sido establecidos para estudiar las tendencias espaciales y temporales de los ecosistemas forestales capaces de monitorear los cambios a través del tiempo (incremento, mortalidad e incorporación de nuevo arbolado) y evaluar los factores que influyen en la permanencia de tierras forestales (CONAFOR 2018). Durante este tiempo, emergentes tecnologías han surgido o mejorado, agilizando de gran manera el monitoreo de recursos forestales y con mayor precisión. Protocolos estandarizados para el levantamiento de datos en campo y manejo de bases de datos, son base para resguardar la veracidad biológica, cualitativa y cuantitativa que influye directamente con modelos espaciales y temporales. En esta oportunidad, se presentan algunas de las actualizaciones al sistema para mejorar visualización de resultados, principales correlaciones y características entre ecosistemas muestreados.

Palabras clave: sitios permanentes, asignación de parámetros.

PREDICCIÓN DE VOLUMEN PARA MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* C.F. GEARTN) EN LA PESCA, TAMAULIPAS

Celestino Flores-López^{1*}, José Roberto Flores-Dueñas¹, Adrián Adrián Hernández-Ramos³, Salvador Valencia-Manzo¹, Eladio Heriberto Cornejo-Oviedo¹, Jorge Méndez-González¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

³ INIFAP-campo Experimental Saltillo

* Autor para correspondencia: cele64@gmail.com

Las especies de mangle en el país están en riesgo debido a la deforestación y la afectación directa causada por actividades humanas. Por lo tanto, es crucial contar con herramientas actualizadas para evaluar las existencias maderables en los manglares, como las tablas de volúmenes. En este estudio, el objetivo fue construir dos tablas de volumen utilizando modelos matemáticos de predicción para *Laguncularia racemosa* en La Pesca, Tamaulipas. Se evaluaron 142 árboles de diferentes categorías diamétricas. Posteriormente, se calculó el volumen individual utilizando la fórmula de Smalian para las secciones del árbol y la fórmula del cono para la punta. Se utilizaron 16 modelos y se seleccionó el que mejor se ajustó, basándose en criterios estadísticos como R², R²_{aj}, RCME y CME. Además, se revisaron los supuestos de regresión para el modelo seleccionado y se validaron los modelos mediante estadísticos de exactitud y sesgo. Para el volumen del fuste total, el modelo de Schumacher y Hall mostró un mejor ajuste que los demás, con valores de CME de 0.000039, RCME de 0.0062, R²_{aj} de 0.9408 y R² de 0.9419. En cuanto al volumen total del árbol, el mismo modelo también presentó el mejor ajuste, con valores de CME de 0.000096, RCME de 0.0098, y valores máximos de R²_{aj} y R² de 0.9331 y 0.9344, respectivamente. Los supuestos de regresión se cumplieron y se justificaron. El modelo seleccionado mostró un menor porcentaje de variación en la validación, lo que indica su efectividad.

Palabras clave: *Laguncularia racemosa*, tablas de volumen, ecuación Schumacher y Hall, mangle.

PRINCIPALES SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE BOSQUES TROPICALES Y TEMPLADOS PARA SER CONSIDERADOS EN EL MAPEO DE BIOMASA

María Guadalupe Nava Miranda^{1*}, Daniel José Vega-Nieva², Carlos Briones-Herrera², María del Socorro González Elizondo³, Jaime Briseño-reyes², José Javier Corral-Rivas², Juan Gabriel Álvarez-González⁴, Klaus Von Gadow⁵, Jesús Aguirre Gutiérrez⁶

¹ Programa de Doctorado en Ingeniería para El Desarrollo Rural y Civil. Escuela de Doctorado Internacional de la Universidad de Santiago de Compostela (

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango México

³ Herbario CIIDIR Durango, Instituto Politécnico Nacional, Durango, México.

⁴ Departamento de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Santiago de Compostela, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Lugo, España.

⁵ University of Göttingen, Göttingen, Germany; Beijing Forestry University, Beijing, China; University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.

⁶ Environmental Change Institute, School of Geography and The Environment, University of Oxford, Oxford, Uk.

* Autor para correspondencia: nava.miranda@gmail.com

México cuenta con un extenso territorio donde más de la tercera parte de la superficie alberga ecosistemas forestales biodiversos en un amplio rango de gradientes altitudinales, latitudinales, climáticos. El objetivo de estudio es mapear la biomasa aérea en diferentes regiones del país para cuantificar y comparar valores de los índices espectrales con respecto a la clasificación de los datos usando "maching learning" y clusters de comunidades de especies de acuerdo a dendrogramas de índice de disimilitud de Jaccard. Algunos de los resultados indican que tanto los ecosistemas tropicales como templados pueden existir valores de biomasa similares, sin embargo, la frecuencia de valores altos de biomasa es mayor en bosques tropicales con respecto a los bosques templados. Una serie de atributos analizados en este estudio señala que las superficies con mayor biodiversidad son también las que almacenan más biomasa. El mapeo de biomasa a nivel nacional es importante para evaluar los programas de mitigación a través del tiempo y de esta manera facilitar la toma de decisiones para mejorar las estrategias de mitigación. De manera general este estudio consideró zonas con programas y sin programas, encontrando mayores existencias en zonas con programas.

Palabras clave: modelos espaciales, almacenes de biomasa, biodiversidad.

EVALUACIÓN DEL CARBONO DEL ESTRATO ARBÓREO EN EL BOSQUE NATURAL SIEMPREVERDE DE LA RESERVA DE LLANCAHUE EN VALDIVIA CHILE

Jaqueline Xelhuantzi Carmona^{1*}, Pablo Jorge Donoso Hiriart²

¹ Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuarias

² Universidad Austral de Chile

* Autor para correspondencia: xelhuantzi.jacqueline@hotmail.com

El reservorio de carbono asociado a la biomasa arbórea fue estimado en cuatro estados de desarrollo (bosque secundario mixto “BSM”, bosque secundario dominado por Coihue “BDN”, bosque adulto “BA” y bosque degradado y dominado por Chusquea quila “BDQ”), del bosque templado lluvioso presente en la Reserva Llancahue, Valdivia Chile (39°51’31,8” S y 73°08’12,9” O). En total se establecieron 36 parcelas circulares de 400 m² (nueve por cada estado de desarrollo). El carbono fue estimado por especie y total usando funciones alométricas, basadas en el diámetro a la altura del pecho (DAP), de todos los árboles de cada parcela con DAP > 5cm. La cantidad de carbono (Mg C ha⁻¹) acumulado en el estrato arbóreo mostró diferencias significativas (P-valor 0,001) entre los cuatro bosques evaluados, siendo BA el que presentó mayor carbono acumulado con 265,7 Mg C ha⁻¹, mientras que el BDN y BSM presentaron una acumulación de 207,9 y 146,3 Mg C ha⁻¹, respectivamente. El BDQ mostró la menor acumulación con 91,4 Mg C ha⁻¹, de las cuales el 11,7% corresponde al aporte de carbono de árboles muertos en pie, siendo este bosque el que mayor presencia de individuos muertos tiene, aunque ello no fue significativamente diferente de los otros bosques. Considerando el stock de carbono por especie, se observó que las especies que presentaron mayor IVI, también fueron las que más carbono aportaron al stock del estrato arbóreo. Se concluye que conforme los bosques están más desarrollados se incrementa el stock de carbono en el estrato arbóreo.

Palabras clave: bosques templados, cambio climático, especies forestales.

ACUMULACIÓN DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE PLANTACIONES MIXTAS EN LOS ANDES TROPICALES

Juan Manuel Giraldo Salazar^{1*}, Jorge A. Giraldo Jiménez², Luis Fernando Osorio Velez¹

¹ Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

² Tecnológico de Antioquia

* Autor para correspondencia: [jugiraldos@unal.edu.co](mailto:jgiraldos@unal.edu.co)

El norte de los andes se reconoce como uno de los hotspots mundiales de la diversidad biótica. La zona presenta altos niveles de deforestación, producto de la expansión de la frontera agrícola y el crecimiento urbano. Los ecosistemas allí presentes proporcionan servicios ecosistémicos, destacando la captura de carbono, la cual se realiza mediante la fijación del CO₂ atmosférico en forma de biomasa. El programa Más Bosques para Medellín busca reforestar las zonas de influencia de cuencas hídricas claves para el abastecimiento de la ciudad de Medellín, Antioquia, mediante modelos silviculturales de plantaciones mixtas con especies nativas. Después de once años y alrededor de 411 hectáreas plantadas, se hace necesario evaluar la capacidad de captura de carbono de dichas plantaciones. En este estudio se elaboraron ecuaciones alométricas con 144 individuos, correspondientes a dieciséis especies, permitiendo obtener un modelo general y seis modelos específicos para cada una de las seis especies más abundantes. Al combinar, las ecuaciones alométricas con los datos del último inventario de parcelas permanentes del proyecto se estimó la biomasa y el carbono fijado en 12,09 t ha⁻¹ y 22,18 tCO₂ eq ha⁻¹, respectivamente, para un total aproximado de 9119,32 tCO₂ eq. fijadas por el proyecto. Los resultados permiten valorar la provisión de servicios ecosistémicos de estos arreglos silviculturales en términos monetarios, pudiendo ser incluidos dentro de las políticas públicas que buscan mitigar la emisión de CO₂.

Palabras clave: ecuaciones alométricas, arreglos silviculturales, restauración activa, bosques andinos, carbono.

UN NUEVO MÉTODO PARA VERIFICAR Y EVALUAR LA CALIDAD DEL INVENTARIO FORESTAL EN EL MONITOREO DE PROYECTOS DE CARBONO EN BOSQUES

Jose Pastor Parra Piedra^{1*}, Hector Manuel de los Santos Posadas², Bronson P. Bullock³

¹ Ruby Canyon Environmental

² Postgrado en Ciencias Forestales - Colegio de Postgraduados

³ Warnell School of Forestry and Environmental Resources - University of Georgia

* Autor para correspondencia: jose.parra@tuvsud.com

Uno de los desafíos que enfrentan los organismos emisores de créditos certificados de carbono forestal es asegurar que las estimaciones de línea base y remociones son confiables, insesgados y con la menor incertidumbre posible. Usualmente, los organismos de validación y verificación de proyectos forestales usan la prueba de t en muestras correlacionadas o pareadas en parcelas de observación permanente para verificar las remociones en toneladas por hectárea de Carbono equivalente (T CO_{2e} ha⁻¹). Sin embargo, errores en la toma de información dasométrica, equivocada identificación de especies y exclusión de árboles son factores que no penaliza dicha metodología. Consecuentemente, una incorrecta medición y registro de información en inventarios forestales conducirá a estimaciones de calidad deficiente. El objetivo del presente trabajo fue generar una metodología que integra tres criterios estandarizados para evaluar la calidad del inventario forestal de las parcelas de observación permante y que son insumo para la estimación de remociones de carbono forestal. La propuesta integra en un modelo aditivo con peso (w) y calificación mínima (CM) los criterios de a) Concordancia en la identificación de especies entre el inventario forestal y la verificación; b) Congruencia entre el número total de árboles por parcela del inventario y de la re-medicación en la visita de sitio y c) Congruente trayectoria de la distribución diamétrica entre la etapa de inventario forestal y de verificación. Los resultados muestran que existe mayor rigor de verificación entre el método propuesto comparado con la tridicional prueba de t, por tanto, menor incertidumbre en las estimaciones finales.

Keywords: forest inventory quality, forest carbon projects, permanent plots.

BIOMASA, NITRÓGENO Y CARBONO EN DOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ BAJO SOMBRA

Francisco Cauich Can^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados

* Autor para correspondencia: francisco-1-89@hotmail.com

La degradación del suelo es un proceso inducido por las actividades humanas que disminuye la productividad del medio en tiempo actual y futuro. Sin embargo, las características del medio como: la orografía, precipitación y cobertura vegetal juegan un papel muy importante en cuanto al proceso de flujo de energía dentro de medio. La existencia de cobertura vegetal actúa directamente en la reducción de la degradación, control de pérdida del suelo y aporte de nutrientes hasta en un 95%, por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de los sistemas agroforestales Café-Chalahuite (C-Ch) y Café-Grevilea (C-Gr), en el comportamiento de la defoliación, producción de biomasa mediante el uso de colectores para determinar el efecto de las diferentes coberturas vegetales sobre los aportes de C y N por residuos vegetales. Los resultados mostraron que la producción de biomasa fue mayor en el sistema C-Ch, con valores de 5510.37 kg/ha en área debajo de cafetos y en entresurcos de 1266.33 kg/ha, aportando 160.93 y 44.41 kg/ha de Nitrógeno total y 2755.19 y 633.16 kg/ha de Carbono respectivamente. Siendo el sistema C-Ch el más eficiente.

Palabras clave: agroforestería, defoliación, colectores, carbono, nitrógeno.

CARBONO AÉREO DE UNA PLANTACIÓN DE PINOS TROPICALES: IMPLICACIONES PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Luis Fernando Iturbe Morales^{1*}, Ramiro Puc-Kauil², Esther Paredes-Díaz², Bernardo Galeote-Leyva², Víctor Manuel Valderrama-Ramírez², Norberto Silva-Pérez², Arely León-López², José de León-España², Faustino Ruíz-Aquino³

¹ Tecnológico Nacional de Mexico, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Tecnológico Nacional de Mexico, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

³ Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez. Ixtlán de Juárez, Oaxaca

* Autor para correspondencia: fernandoneko02@gmail.com

Las plantaciones forestales de rápido crecimiento, por ejemplo, los pinos tropicales, son claves en el ciclo global del carbono. El presente estudio tuvo como objetivo cuantificar la reserva de carbono aéreo almacenada en la biomasa de una plantación de pinos tropicales de siete años de edad. La plantación consta de ocho familias (procedencia) integrada por dos pinos híbridos y tres pinos puros (infraespecies) que proceden de Australia, China, Argentina y Venezuela. El carbono se cuantificó del 50% de la biomasa acumulada por procedencia. Se usaron ecuaciones alométricas para estimar la biomasa. Las variables indicadoras del modelo fue el diámetro normal, la altura total y la densidad de la madera de los pinos tropicales. Se realizó un análisis de varianza al 95% de confiabilidad para la variable biomasa y una prueba de comparación de medias de Tukey. El potencial de captura de carbono fue estadísticamente diferente entre las procedencias. La mayor captura de carbono se registró en pinos híbridos: *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribea* var. *hondurensis* (17.20 a 18.20 Mg ha⁻¹) y *Pinus caribea* var. *hondurensis* x *Pinus tecunumanii* (13.70 Mg ha⁻¹). En tanto que los pinos puros; *Pinus caribea* var. *hondurensis* y *Pinus elliottii* var. *elliottii*, acumularon entre 2 a 8 Mg ha⁻¹. Esto se debe a la alta tasa de mortalidad. Por lo tanto, los pinos híbridos tropicales mostraron mayor capacidad de adaptabilidad en la región, por ello son viables para su establecimiento para fines comerciales y para mitigar el incremento de CO₂ atmosférico.

Palabras clave: biomasa aérea, modelos alométricos, captura de carbono, pinos híbridos.

ESTIMACIÓN DE BIOMASA AÉREA EN ÁRBOLES NATIVOS EN UN SISTEMA AGROFORESTAL CON CAFÉ, CHENALHÓ, CHIAPAS.

Mario Abiquel Pérez Martínez^{1*}, Ramón Razo Zárate¹, Rodrigo Rodríguez Laguna¹, Juan Capulin Grande¹, Alfonso Suárez Islas¹, Reynol Fierros Mateo², Benita Bolom Gonzalez²

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

² Universidad para el Bienestar Benito Juárez García

* Autor para correspondencia: pe196041@uaeh.edu

Los sistemas agroforestales han cobrado relevancias, principalmente por la generación de servicios económicos y ecológicos incluyendo su capacidad de almacenar grandes cantidades de carbono, que contribuye a la mitigación del calentamiento global causado por la acumulación de GEI en la atmósfera. Por tal motivo, se realizó el presente estudio para contribuir al conocimiento sobre el potencial de las especies utilizadas como sombra para el café, para la acumulación de biomasa aérea. El objetivo fue cuantificar la biomasa aérea mediante ecuaciones alométricas para proponer diseños que permitan potencializar los servicios ambientales en los sistemas agroforestales en Chenalhó, Chiapas. Se realizó un censo de las especies arbóreas y arbustivas considerando variables de diámetro normal en árboles, diámetro basal en arbustos, altura total en ambas y para la estimación de biomasa aérea se aplicaron modelos alométricos. Se registraron 29 especies (25 arbóreas y 4 arbustivas) de 23 familias, las especies con valores promedio más altos fueron *Liquidambar styraciflua* L., *Quercus crispipilis* Trel., *Cupressus lusitanica* Mill., *Pinus maximinoi* H.E. Moore., y *Morus alba* L., con 1168.53, 828.37, 823.56, 763.31 y 435.19 kg ha⁻¹, respectivamente, presentando una biomasa total aérea de 91,000 (kg ha⁻¹). El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p=0.7209$) de biomasa entre las especies encontradas. Se concluye que las especies nativas generan cantidades de biomasa similar, con ello, es pertinente hacer recomendaciones para hacer diseños agroforestales con estas especies para beneficiar los servicios ambientales, además de, potencializar la realización de estudios como el almacenamiento de carbono en el área.

Palabras clave: biomasa aérea, árboles nativos, sistemas agroforestales.

ESTIMACIÓN DE BIOMASA APROVECHABLE EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN VILLAGRÁN, TAMAULIPAS

Yulia Abigail Ortiz Cuevas¹, María de Jesús Ramírez Navejar¹, José Isidro Uvalle Saucedo^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

* Autor para correspondencia: yuliaortizcuevas@gmail.com

La presente investigación se realizó en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento para la vida silvestre (UMA) Agroganadería San Salvador, localizada en el municipio de Villagrán Tamaulipas, en una comunidad vegetal de matorral espinoso tamaulipeco (MET), en la que previamente fue tratada con rodillo aireador. El objetivo fue evaluar la producción de biomasa aprovechable para herbívoros silvestres de forma puntual. Para lograrlo, se estableció un muestreo aleatorio, estableciendo sitios de forma cuadrada con dimensiones de 25 m² (5 X 5m). Se utilizó el método indirecto de *Adelaide* para determinar la producción de biomasa en los estratos medio y alto. Este se aplicó en todos los individuos que se presentaron en los sitios de muestreo. En el estrato medio se registraron las especies con altura de 0.31 m hasta 1.5 m; en el estrato alto se registraron especies mayores a 1.5 m hasta 1.70 m, considerando altura de ramoneo. Para la producción de biomasa en el estrato bajo correspondiente a herbáceas, gramíneas y malezas (<0.3 m de altura) se utilizaron dos cuadrantes de 1 x 1 m (1 m²) por sitio, se ubicaron en esquinas del área a muestrear. En ellas se llevó a cabo el método de corte total. Una vez analizadas las muestras se obtuvo una producción total de biomasa aprovechable en el predio de 2793.19 kg ha⁻¹, encontrando que en el estrato medio y alto tienen una producción de 2230.388 kg ha⁻¹ y el estrato bajo de 562.80 kg ha⁻¹ registrando una capacidad de carga de 3.5 hectáreas por unidad animal.

Palabras clave: *Adelaide*, producción, biomasa aprovechable, capacidad de carga, unidad animal.

ESTIMACIÓN DE BIOMASA EN DOS ZONAS DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL NORESTE DE MÉXICO

Denisse Alejandra Soria Lozano^{1*}, José Isidro Uvalle Saucedo¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

* Autor para correspondencia: denisse_alejandra12@hotmail.com

El objetivo del estudio fue evaluar la producción de biomasa por estratos en dos zonas del Matorral Espinoso Tamaulipeco ubicadas en Villagrán, Tamaulipas y en Linares, Nuevo León. Se llevó a cabo un muestreo al azar en el que se establecieron 12 sitios de 50 m² en cada localidad. En el estrato medio se registraron individuos con altura de 0.31 m hasta 1.5 m; en el estrato alto se registraron a partir de 1.5 m hasta 1.70 m, considerando altura de ramoneo. Para estimar la biomasa de árboles y arbustos, se utilizó el método indirecto de Adelaide. Para la estimación de producción de biomasa en el estrato bajo, correspondiente a especies de herbáceas y gramíneas (<0.3 m de altura), se utilizaron dos cuadrantes, cada uno con una superficie de 1m², por sitio. En ellos se llevó a cabo el método de corte total. Las muestras se colocaron en bolsas de papel y fueron introducidas en una estufa a una temperatura de 70°C durante 48 horas para eliminar la humedad. Posteriormente fueron pesadas para determinar su peso. La producción total de biomasa en Villagrán se estimó en 772.91 kg ha⁻¹, mientras que Linares tuvo una producción estimada de 520.52 kg ha⁻¹, siendo el estrato bajo el mayor aportador de biomasa en ambas áreas. Se aplicó la prueba U de Mann Whitney, demostrando que existen diferencias significativas en la producción de biomasa en el estrato alto y bajo.

Palabras clave: estratos, Linares, Villagrán.

ESTIMATION OF VOLUME, BIOMASS AND ALLOMETRIC CARBON STOCK RELATIONSHIPS AT THE FOREST COMMUNITY LEVEL

Prudencia Caballero Cruz^{1*}, Eduardo J. Treviño Garza²

¹ Tecnológico Nacional de México Campus San Miguel El Grande

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

*Correspondence: caballerocruz.pru@gmail.com

Estimating the volume, biomass and storage of carbon in temperate forests is vital for sustainable management, as well as for informed economic and political decision-making. The objective was to estimate the volume-biomass-carbon stocks, and to develop allometric equations of carbon stocks at the forest community level in temperate forests of central Mexico. A forest inventory of 150 sites was carried out by random sampling, and the total height and normal diameter of trees were measured. Basal area, mean height, maximum height and wood density were calculated from the literature; volume, biomass and carbon stocks by forest community were estimated. Allometric models of carbon stock at the forest community level were developed using one-, two- and three-variable models, with basal area, wood density and height. On average, 195 m³ ha⁻¹ of volume, 150 Mg ha⁻¹ of biomass and 75 Mg ha⁻¹ of carbon were obtained. Models generated R² greater than 0.90, RMSE less than 9.50. The best fit equation for carbon estimation was the two-variable $C=0.69358 * AB^{0.99207} * Hm^{0.53116}$. According to the results, the application of a single allometric model to estimate carbon stocks at the tree community level for temperate forests in the region studied is suggested in order to reduce data collection costs.

Key words: natural mixed forest, temperate forest, allometric equations, species, stand, temperate forest.

EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO FORESTAL PARA MÉXICO DE LA RESERVA DE ACCIÓN CLIMÁTICA EN LA ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO EN DURANGO

Jesús Alejandro Soto-Cervantes^{1*}, Benedicto Vargas-Larreta¹, José Javier Corral-Rivas², Pablito Marcelo López-Serrano³

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

³ Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera (UJED)

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

La precisión en la cuantificación del carbono (C) es importante para asegurar la trazabilidad de los proyectos de bonos de carbono que contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se compararon las estimaciones de C obtenidas con las metodologías del Protocolo Forestal para México v3.0, de la Reserva de Acción Climática (CAR) y con los datos provenientes del inventario con fines de manejo forestal (IMF). El estudio se realizó en el ejido Chavarría Viejo, Pueblo Nuevo, Durango, en una aérea de 5,772.93 ha. Los sitios utilizados del IMF fueron 2,865, con un tamaño de 1,000 m², mientras que los sitios de CAR fueron 413, con un tamaño de 400 m² para arbolado adulto (diámetro > 30 cm), y de 100 m² para arbolado pequeño (diámetro de 5 a 29.9 cm), es decir una intensidad de muestreo de 4.96 % y 0.29% respectivamente para ambos esquemas de muestreo. Los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en la estimación de carbono por tipo de muestreo, con 49.75 Mg ha⁻¹ para los sitios del IMF y 57.94 Mg ha⁻¹ para el muestreo de CAR. Estas diferencias se atribuyen, en parte, a que en el IMF se incluyen árboles a partir de 7.5 cm de diámetro, mientras que en el sistema CAR se consideran árboles desde 5 cm de diámetro.

Palabras clave: bonos de carbono, esquemas de muestreo, inventario de manejo forestal, reserva de acción climática.

MODELOS ALOMÉTRICOS DE BIOMASA AÉREA EN MANGLAR COMPARADOS CON LOS DEL ESTÁNDAR CLIMATE ACTION RESERVE

Marivel Domínguez Domínguez¹, Rocío Guadalupe Acosta Pech¹, César Jesús Vázquez Navarrete¹, Pablo Martínez Zurimendi², Carlos Roberto ávila Acosta^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

² C El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa

* Autor para correspondencia: carlos-avac@hotmail.com

A través de la alometría se estima la biomasa del árbol para el desarrollo de mercados de carbono. El objetivo fue analizar modelos alométricos de biomasa aérea en tres especies de mangle y compararlos con el estándar Climate Action Reserve (CAR). La UMA del Ejido Úrsulo Galván se certificó mediante el Protocolo Forestal para México Versión 2.0 (PFM) del estándar CAR. Se revisaron ecuaciones alométricas para especies de mangle de la UMA para proponer la ecuación más adecuada para el cálculo de la biomasa. Se analizaron las predicciones de las ecuaciones alométricas del PFM usando datos de Tabasco del Inventario nacional forestal y de suelos 2015-2020 y se determinó el porcentaje de individuos dentro del rango de validez de las ecuaciones del PFM. Las ecuaciones del PFM generaron valores más altos de biomasa en *Laguncularia racemosa* y más bajos en *Avicennia germinans* comparados con las ecuaciones analizadas. En la UMA, 81.8% de la biomasa de *A. germinans*, 34.4% de *L. racemosa* y 24.0% de *Rhizophora mangle* estuvieron dentro del rango de validez de las ecuaciones del PFM y en Tabasco 28.5% de *A. germinans*, 16.7% de *L. racemosa* y 5.7% de *R. mangle*. En *A. germinans* y en *R. mangle* se recomienda usar las ecuaciones de Yepes *et al.* (2016) y en *L. racemosa* la de Imbert y Rollet (1989) por incluir diámetros máximos mayores. Existe alto porcentaje de biomasa que no es adecuadamente predicha por las ecuaciones alométricas del PFM.

Palabras clave: *Rhizophora Mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, protocolo forestal para México.

TABLA DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA FOLIAR SECA PARA *Poliomintha longiflora* A. GRAY EN CUAUHTÉMOC, SALTILLO, COAHUILA Y EN LA NEGRITA, GUADALCÁZAR, SAN LUIS POTOSÍ.

Luis Miguel Toribio Ferrer^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: toryferrer@live.com

El orégano liso (*Poliomintha longiflora* A. Gray) es una planta arbustiva-aromática de las zonas áridas y semiáridas de México. Pertenece a la familia *Lamiaceae*, como especie aromática sus hojas secas se usan para condimentar e impartir aroma en los alimentos, el objetivo del presente estudio fue seleccionar un modelo alométrico que estime la biomasa foliar seca de los arbustos de *P. longiflora* en pie de las áreas representativas del sureste del Estado de Coahuila y noreste del Estado de San Luis Potosí. Se evaluaron poblaciones naturales distribuidas en el Mpio. de Saltillo, Coahuila y en el Mpio. de Guadalcázar, San Luis Potosí. En 2017 se recolectaron muestras de 311 individuos con el método directo y destructivo en siete sitios en la época de aprovechamiento (julio a octubre). Para la selección del modelo de predicción se consideraron la R^2 ajustada (R^2 aj.), Raíz cuadrada medio del error (RCME), coeficiente de variación (CV %) y la suma cuadrada de los errores (SC error), con estas consideraciones se evaluaron 10 modelos alométricos mediante el procedimiento PROC MODEL en SAS® 9.4. Se seleccionó el modelo de Schumacher-Hall en su forma no lineal, dada la presencia de heteroscedasticidad en los residuales, por lo que se hizo necesario aplicar modelos de varianza con factor de ponderación para su corrección, con la cual se elaboró una tabla de producción de doble entrada para la estimación de biomasa del orégano liso en poblaciones naturales distribuidas en ambos municipios.

Palabras clave: orégano liso, *Poliomintha longiflora* A. Gray, tabla de producción, plantas aromáticas.

CAPÍTULO VIII

Protección forestal

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA INFESTACIÓN DE *Stigmacoccus asper* Y FUMAGINA ASOCIADA EN INDIVIDUOS DE *Quercus humboldtii*

Laura Lineth Hernández Tarazona^{1*}

¹ Universidad Industrial de Santander

* Autor para correspondencia: lhernandezt.23@gmail.com

Los bosques de roble (*Quercus humboldtii*), son relevantes a nivel biológico y socioeconómico, permitiendo labores de restauración, manejo y uso sostenible de bienes y servicios. En Colombia, presenta veda de aprovechamiento forestal maderable. La infestación por el hemíptero *Stigmacoccus asper* y en consecuencia presencia de fumagina negra, representa un diagnóstico del estado fitosanitario del bosque. El objetivo del estudio fue determinar la distribución temporal y espacial del insecto y el porcentaje de fumagina en robledal. Cuatro parcelas circulares temporales (500 m²), con y sin efecto borde, fueron establecidas en la localidad de Carcasí (6°36'09.45" N y 72°35'24.39" O). Se realizó la captura de información dendrométrica, porcentaje de infestación y conteo de filamentos anales del insecto por área específica a tres alturas, por cuatro costados del fuste de los individuos seleccionados al azar. El 72.27% de los robles presentaron infestación por fumagina. Las parcelas con efecto borde la distribución de fumagina se encuentra en todos los rangos porcentuales y las parcelas internas fluctúan. Los conteos de filamentos de *Stigmacoccus asper* en borde fueron 1673 a diferencia del interior con 943 y mayor presencia al este; determinando que el efecto borde puede influir en la reproducción del insecto. Este estudio es importante para toma de decisiones respecto al aprovechamiento sostenible de mielato de roble producido por *Apis mellifera* a partir de la secreción azucarada de *Stigmacoccus asper*.

Palabras clave: robledal, filamentos, mielato, sanidad, sostenibilidad, forestal.

EFFECTO DE LA INFESTACIÓN DE MUÉRDAGO EN EL CRECIMIENTO RADIAL DE UN BOSQUE DE PINO EN EL CERRO EL POTOSÍ, GALEANA.

Jairo Alberto Leal Gómez^{1*}, Marco Aurelio González Tagle¹, Wibke Himmelsbach¹, Marcos González Casáres¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

*Autor para correspondencia: jairoleal9915@gmail.com

Las plantas parásitas tienen efectos negativos en diversas especies forestales y ornamentales, causando pérdidas económicas y ambientales. El objetivo de este estudio es evaluar el efecto del muérdago enano en el crecimiento radial en un bosque de pino en función del nivel de infestación por plantas parásitas. El área de estudio es el Cerro El Potosí, ubicado en el municipio de Galeana, Nuevo León. Se delimitarán rodales con presencia de muérdago y se realizará la selección de entre 10 a 15 individuos sanos y con los diferentes niveles de infestación (leve, moderado y severo) el cual se calculará mediante el sistema de 6 clases de Hawksworth (1977). Se recolectarán muestras de núcleos de crecimiento para realizar el fechado y medición de los anillos, para de esta manera, calcular el Índice de Ancho de Anillo (IAA) y el Incremento de Área Basal (IAB). Además, se cortarán ramas con presencia de muérdago para obtener secciones transversales y conocer el año de infección promedio por individuo y rodal. Mediante métodos estadísticos, se espera encontrar diferencias significativas en el IAA y IAB entre los distintos niveles de infestación. Los resultados de este estudio contribuirán al conocimiento del efecto que tienen las plantas parásitas en la pérdida de la productividad forestal de los bosques, además de mejorar y generar nuevas estrategias para el manejo de áreas con presencia de muérdago.

Palabras clave: muérdago, plantas parásitas, nivel de infestación, dendrocronología, crecimiento radial.

ESTADO NUTRIMENTAL DE *Juniperus flaccida* SCHLTDL. Y *Phoradendron juniperinum* ENGELM. EN RESPUESTA A TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN

Fanny Libertad González Torralva^{1*}, Miguel Ángel López López¹, Marcos Jiménez Casas¹, Dionicio Alvarado Rosales¹

¹ Colegio de Postgraduados

* Autor para correspondencia: fannytorralva@gmail.com

Juniperus flaccida Schldl. es una especie forestal importante que, en El Cardonal, Hidalgo, México es fuertemente atacada por *Phoradendron juniperinum* Engelm. El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta de ramillas de *J. flaccida*, en cuanto a biomasa, su estado nutrimental y el de su planta parásita, con relación a las aplicaciones de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en un bosque natural de *Juniperus flaccida*. Las dosis y fuentes de fertilizantes fueron 0 y 1000; 0 y 300; y 0, 450 y 900 g árbol⁻¹ de urea, ácido fosfórico y sulfato de potasio, respectivamente. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial 2*2*3, con seis repeticiones. Los análisis de suelo mostraron bajos niveles de N y P, y suficientes de K en el sitio. Las aplicaciones individuales de N y P no tuvieron efectos significativos en biomasa, a pesar de ser deficientes en el área experimental. *J. flaccida* presentó mayores concentraciones foliares de N y Mg que *P. juniperinum*, y éste presentó mayores concentraciones de P, K y Ca que su hospedero. La aplicación de N disminuyó significativamente la concentración de K en *P. juniperinum* e influyó en la partición de P foliar entre ambas especies, en favor del hospedero y en detrimento de la parásita. El aporte de K incrementó la concentración de N del follaje de *J. flaccida*. Los análisis de vectores mostraron que la combinación de P con la dosis alta de K propició un incremento en biomasa de *J. flaccida*.

Palabras clave: análisis de suelos, análisis de vectores, fertilizantes, planta parásita.

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE INFESTACIÓN DEL MUÉRDAGO VERDADERO EN ENCINOS DE OTINAPA, DGO.

Maria Guadalupe Contreras Trejo¹, Mónica Yazmín Flores Villegas², Jorge Armando Chávez Simental¹, Rafael Vázquez Rivera¹, Pedro Antonio Domínguez Calleros^{1*}

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango

² Universidad Politécnica de Durango

* Autor para correspondencia: pdomingc@hotmail.com

Las características dasométricas de los árboles, como su altura, diámetro y volumen, son fuertemente influenciadas por las condiciones ecológicas del sitio donde se desarrollan, tales como la altitud, el suelo, el clima, el agua y la presencia de parásitos. El muérdago verdadero es una planta hemiparásita conocida por su capacidad para atacar directamente a los encinos, afectando su crecimiento. Este tipo de muérdago es común en los bosques templados y representa un desafío para la salud de los árboles. Sin embargo, a pesar de su impacto perjudicial, existe una considerable falta de información sobre su afectación en el crecimiento de los árboles infestados. Se evaluó esta sobre encinos en la Sierra Madre Occidental en Otinapa, Durango. Se seleccionaron al azar 200 encinos, registrando datos de especie, altura y diámetro. Para su evaluación se utilizó estadística descriptiva e inferencial. Los resultados obtenidos revelaron que aquellos árboles con niveles de infestación leve y moderada mostraron una talla relativamente conservada en términos de altura y diámetro. Sin embargo, los encinos con infestación severa presentaron menores valores, además, se encontró mayor abundancia de muérdago verdadero en los encinos ubicados más cerca de la carretera. En conclusión, es importante identificar y controlar tempranamente la infestación del muérdago verdadero para prevenir su propagación y minimizar el impacto negativo en el crecimiento de los encinos. Asimismo, se recomienda llevar a cabo estudios adicionales que examinen los posibles mecanismos de dispersión y propagación del muérdago verdadero a lo largo de las carreteras.

Palabras clave: plagas forestales, bosques templados, Sierra Madre Occidental.

HONGOS ASOCIADOS A MUÉRDAGOS ENANOS EN BOSQUES DE ALTA MONTAÑA DE MÉXICO

Miriam Alejandra Rosas Sánchez¹, Estefanía González Celestino², Rebeca Dennise Varo Rodríguez³, Alma Abigail Luna Gil³, José Jonathan Aguirre Zúñiga³, Angel Rolando Endara Agramont^{3*}

¹ Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales

² Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México.

* Autor para correspondencia: arendaraa@uaemex.mx

Los muérdagos enanos son plantas parásitas del género *Arceuthobium* que se encuentran en los bosques de coníferas, sus principales hospederos son árboles de las familias *Pinaceae* y *Cupressaceae*. Su presencia en los bosques es natural, sin embargo, el incremento en los niveles de infestación de los muérdagos está causando efectos negativos sobre los bosques de alta montaña. El objetivo de esta investigación consistió en identificar hongos asociados al muérdago enano que pueden ser utilizados como agentes de control biológico; para esto, se realizó un muestreo dirigido en cinco áreas naturales protegidas dentro del sistema volcánico transmexicano para obtener muestras de material vegetal con alguna sintomatología de marchitez, necrosis y canchales producidos por hongos aparentemente fitopatógenos. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio hasta obtener cultivos puros para su identificación. Posteriormente con claves dicotómicas y análisis microscópicos se identificaron los géneros: *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rizhopus*, *Cladosporium* y *Pestalotiopsis*, estos últimos han sido reportados como fitopatógenos, lo que implica su posible uso como control biológico de muérdagos enanos en bosques de alta montaña.

Palabras clave: *Arceuthobium*, bosque de coníferas, control biológico.

PLANTAS PARÁSITAS EN BOSQUES DE ALTA MONTAÑA DE MÉXICO

Angel Rolando Endara Agramont^{1*}, Alma Abigail Luna Gil¹, José Jonathan Aguirre Zúñiga¹, Luis Antonio García Almaraz², Rebeca Dennise Varo Rodríguez¹, Miriam Alejandra Rosas Sánchez¹, Estefanía González Celestino¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de México

² Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas

* Autor para correspondencia: arendaraa@uaemex.mx

Los bosques de alta montaña en México (más de 3,500 msnm) establecidos en torno a los edificios volcánicos más altos del país, donde predominan poblaciones de *Pinus hartwegii*. Para este estudio se consideraron cinco montañas del sistema volcánico transmexicano (Pico de Orizaba, Nevado de Toluca, Monte Tláloc, Nevado de Colima y Cofre de Perote), los cuales presentan problemas ecológicos asociados al cambio climático y perturbación antrópica, como el incremento del nivel de infestación y las superficies de bosques con plantas parásitas (*Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum*); por lo anterior el objetivo de la investigación fue determinar la distribución espacial y los niveles de infestación del muérdago enano en la zona de estudio. Para ello, se instalaron 2,885 sitios de muestreo (SM de 1,000 m² cada uno) establecidos en poco más de 30,000 hectáreas, utilizando las curvas de nivel como transectos para acceder al bosque, distribuidos a cada 100 m altitudinales, entre 3,500 y 4,100 msnm. Los resultados muestran que el 32% de la superficie muestreada presenta algún nivel de ataque por muérdagos enanos, distribuidos en todas las categorías diamétricas. Estos porcentajes están por encima de los límites aceptables de una plaga, afectando al establecimiento de la regeneración natural, la estructura y composición del bosque. La investigación analiza las implicaciones de la distribución del muérdago enano al tiempo que propone estrategias de manejo encaminadas a controlar los niveles de infestación encontrados.

Palabras clave: muérdago enano, *Pinus hartwegii*, plagas forestales.

¿*Tillandsia recurvata*, ES UNA PLAGA?

Philip Wolf^{1*}

¹ Wolftrack

* Autor para correspondencia: philip@wolftrack.online

Las *Tillandsias spp.* son epífitas autóctonas de América. Existen mas 300 especies distribuidas desde Texas, Estados Unidos hasta Chubut, Argentina. En el cono sur, desde aproximadamente la latitud 27° hacia el sur no existen depredadores naturales significativos con lo que la proliferación de las *Tillandsias spp.* no tiene más control que el climático, este es el motivo por el cual el desarrollo y la proliferación de esta epífita se ha incrementado en los últimos 10 años. Las epífitas originalmente tropicales, se han adaptado a climas fríos, ej.: en la Patagonia: *Tillandsia usneoides* en coihues y lengas y a climas desérticos, ej.: en la puna jujeña, *Tillandsia recurvata*, en cardones. *Tillandsia recurvata* genera un biótico: hidroperoxícicloartano que provocaría el secado de ramas en sus hospederos. Sin embargo, *Tillandsia recurvata* es una planta nativa, exótica o invasora o se la puede considerar una plaga. En esta contribución presentaremos el desarrollo de un producto denominado wolftrack de origen natural, no tóxico para rociar las *Tillandsias spp.*, mismo que se encuentra en proceso de patentamiento en Argentina, Uruguay, Chile, México y EEUU.

Palabras clave: hidroperoxícicloartano, heno motita.

**ALUMNOS DEL FUEGO: BRIGADA UNIVERSITARIA DE MANEJO DEL FUEGO UDEG
FIRE STUDENTS: UNIVERSITY FIRE MANAGEMENT
BRIGADE OF THE UdeG**

Daniela Montserrat Ríos Grajeda^{1*}, Miguel Angel Carillo Garcia¹, Alexis Gomez Sachiñas¹, Ignacio Hernandez Dino¹, Daniela Georgina Diaz Vazque¹, Eduardo Garcia Romero¹, Francisco Hazel Rodriguez Ruelas¹

¹ Universidad de Guadalajara

* Autor para correspondencia: daniela.rios3729@alumnos.udg.mx

Los incendios Forestales son cada vez una mayor problemática, en los últimos años los bosques de Jalisco han sido de los más afectados en este tema, en 2023 se colocó en primer lugar nacional por número de incendios (1276 eventos) y superficie afectada (158 956.49 ha). Estudiantes del área forestal de CUCBA y como beneficiarios de los servicios ecosistémicos que proveen los bosques, se integraron activamente en la Brigada Universitaria de Manejo del Fuego UdeG, participando en el programa de manejo del fuego local. La brigada se capacitó con los cursos S-130 Combatiente forestal y S-190 Introducción al comportamiento del fuego, impartidos por la CONAFOR, y cuenta con equipo de protección personal y herramienta, cuenta con participación en quemas controladas, manejo de combustibles, control y liquidación de incendios forestales. La Brigada sumó esfuerzos con el municipio de Zapopan, SEMADET y CONAFOR durante el operativo de Semana Santa en el Bosque La Primavera, apoyando en áreas de visitación para orientar a paseantes sobre la importancia de los ecosistemas forestales, su relación con el fuego y la relevancia de la restauración forestal en áreas previamente incendiadas. Actualmente la brigada consta ya de dos cuadrillas capacitadas y equipadas, para participar directamente en la protección de ecosistemas, además de formar técnica y operativamente a los estudiantes. El manejo del fuego involucra a toda la sociedad, los estudiantes universitarios pueden tener participación directa en proyectos como este, además de servir como vía de divulgación para la población en general.

Palabras clave: incendio, capacitación, forestal, restauración, Jalisco.

CARACTERIZACIÓN DE COMBUSTIBLES EN ECOSISTEMAS FORESTALES DE MÉXICO

Aldo Saul Mojica Guerrero^{1*}, Marco Aurelio González-Tagle², Wibke Himmelsbach², Oscar Alberto Aguirre-Calderón², Israel Yerena-Yamalle², Luis Ubaldo Castruita-Esparza³

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

² Universidad Autónoma de Nuevo León

³ Universidad Autónoma de Chihuahua

* Autor para correspondencia: aldo-mojica@hotmail.com

La caracterización de la carga, distribución y tipo de combustibles, así como la densidad, tipo de vegetación, topografía y condiciones climáticas son los factores más importantes en el comportamiento y severidad en los incendios, ellos permiten establecer indicadores de peligrosidad de incendios en los ecosistemas. El objetivo del presente trabajo fue analizar literatura técnica y científica en la que se determinó la cantidad de combustibles e índices de riesgo en diferentes regiones de México. Se analizaron 33 documentos publicados entre 1995 y 2022. Los resultados muestran que los estudios se han realizado principalmente en bosque templado, selvas y matorrales, el 66% han sido en bosques de pino-encino, las especies *Pinus hartwegii* y *Pinus pseudostrabus* son las mejor adaptadas al fuego y lo requieren del mismo para su sobrevivencia. La metodología más usada para medir combustibles forestales in situ es la de intersecciones planares, utilizada desde los años 80's; además del uso de ecuaciones alométricas que estiman la carga a partir de datos dasométricos. Los reportes indican que cargas superiores a 30 t/ha se consideran altas, los mayores volúmenes de combustible se presentan en el bosque de pino y selva con medias de 42.0 y 36.03 t ha⁻¹. Los combustibles son el único elemento susceptible de manipular en el triángulo del fuego, razón por la cual estos estudios han permitido a los manejadores del bosque el desarrollo e implementación de estrategias para el manejo y control de combustibles, mediante quemas prescritas, remoción, acomodo de material vegetal y brechas cortafuego.

Palabras clave: cambio climático, combustibles, incendios, manejo.

COBERTURAS DEL SUELO ASOCIADAS A INCENDIOS FORESTALES EN EL SUR DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

José Francisco López Toledo^{1*}, José Manuel Camacho Sanabria¹, Daniel José Vega Nieva², Pedro Antonio Macario Mendoza³

¹ Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

² Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

³ El Colegio de la Frontera Sur

* Autor para correspondencia: jflopeztoledo@gmail.com

Los ecosistemas tropicales como las selvas son sensibles a incendios forestales. Por lo anterior, se analizaron las coberturas del suelo resultantes de la recurrencia de incendios forestales entre 2012 y 2021, en el Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA) 197. Para lo cual se obtuvieron del Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales (<http://forestales.UJED.mx/incendios2/>) los conglomerados de puntos de calor en áreas forestales y mediante geoprocésamiento en Arc Gis 10.8 ® se obtuvieron áreas de recurrencia de incendios. Por otro lado, se generó una capa de coberturas del suelo a partir de imágenes Sentinel 2 del año 2022, mediante clasificación automatizada no supervisada basada en objetos en el programa SNAP. Con la superposición de ambas capas se encontró que en 9% (60,923ha) de la superficie de la AICA 197 han ocurrido incendios forestales, de los cuales 73% se ha quemado una vez en el periodo analizado, 22.7% dos, 3.9% tres y 0.34% entre cuatro y seis veces. La cobertura resultante de la mayor recurrencia fue Helechales – Herbazales (H= 6), seguida de la Agricultura Intensiva (AI= 4), Sabanas (S= 4) y Pastizales Cultivados (PC= 4). Del área incendiada, 34% resultó en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ) y 24.4% en H, mientras que Asentamientos Humanos (AH=0%), Cuerpos de Agua (CA= 0.8%), Selva Mediana Subperennifolia (SMQ= 0.9%) y Selva Baja Espinosa Subperennifolia (SBQ= 1.7%) no estuvieron asociados a los incendios. VSA/SMQ corresponde a la recuperación postincendio, mientras que H se asocia a incendios recurrentes.

Palabras clave: recurrencia de incendios, usos del suelo, tipos de vegetación, espacio temporal.

COMPORTAMIENTO DEL FUEGO SOBRE LA CAPA DE HOJARASCA EN BOSQUE DE PINO-OYAMEL Y PINO-ENCINO

Ruben Ortiz-Mendoza^{1*}, Marco A. González-Tagle¹, Diego R. Pérez-Salicrup², Oscar A. Aguirre-Calderon¹, Wibke Himmelsbach¹, Luis G. Cuéllar-Rodríguez¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

² Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México

* Autor para correspondencia: romleno88@gmail.com

La carga de combustibles, la topografía y la humedad de los combustibles influyen en el comportamiento del fuego. Conocer la relación de estos permite identificar el comportamiento del fuego de acuerdo a las dominancias arbóreas y si su heterogeneidad define si corresponden o no a diferentes camas de combustibles. Esto permitirá definir si es necesario establecer diferentes acciones de manejo de combustibles de acuerdo a la dominancia arbórea. El objetivo de este trabajo fue identificar si el comportamiento del fuego en la capa de hojarasca de pino-oyamel y pino-encino presentes en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, define si corresponden o no a una sola cama de combustible; además de ajustar modelos en la propagación e intensidad del fuego. Realizamos quemas de 1 m² de la capa de hojarasca sobre una plataforma metálica a 0, 10 y 20° de pendiente. Encontramos que las dominancias arbóreas presentaron diferentes comportamientos del fuego ($p < 0.05$). La pendiente influyó en la propagación e intensidad del fuego de acuerdo a la cama de combustible. La carga de hojarasca correlacionó positivamente con la altura y longitud de la flama e índice del fuego solo en pino-oyamel. El ajuste de modelos indicó que de acuerdo a la longitud de la flama aumenta exponencialmente la intensidad del fuego y logísticamente en la propagación. El comportamiento heterogéneo del fuego entre las dominancias arbóreas y de acuerdo al pendiente sugiere que estas se deben considerar como camas de combustibles diferentes a escala local.

Palabras clave: cama de combustible, propagación del fuego, quema de acículas, reserva de la biosfera mariposa monarca.

EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DE INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN NORTE MEDIANTE IMÁGENES SENTINEL EN GOOGLE EARTH ENGINE

Adrián Israel Silva Cardoza^{1*}

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango

* Autor para correspondencia: adkrdoza@hotmail.com

El estudio del efecto del fuego mediante sensores remoto ha fungido un papel primordial hoy en día. El objetivo de esta investigación pretende comparar índices espectrales de Sentinel 2 (S2) y Landsat para determinar el efecto del fuego en el suelo y en la vegetación de incendios en la Región Norte de México. El índice de quemado relativo (Relativized Burn Ratio, RBR), utilizando las bandas de S2 8 y 12, proporcionó la mejor correspondencia con el índice de severidad evaluado en campo (ISE) que su versión absoluta dNBR (por sus siglas en inglés, delta Normalized Burn Ratio). Los compuestos de 60 días mostraron la mayor correspondencia ($R^2= 0,83$). Estos resultados sugieren un potencial prometedor mediante un complemento de software libre para ser aplicada sistemáticamente con algoritmos automatizados que mejoran la precisión y robustez de las evaluaciones de la severidad y el perímetro de los incendios.

Palabras clave: sentinel 2, severidad del fuego, área quemada.

EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL INCENDIO Y RECUPERACIÓN POST-INCENDIO MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES SENTINEL-2: ESTUDIO DE CASO EN EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

Jairo Alberto Leal Gómez^{1*}, Marco Aurelio González Tagle¹, Wibke Himmelsbach¹, Homero Alejandro Gárate Escamilla¹

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: jairoleal9915@gmail.com

Los incendios forestales son los disturbios más recurrentes e importantes en muchos ecosistemas de México. El presente estudio reúne diversas metodologías para evaluar áreas quemadas y la recuperación post-incendio mediante herramientas satelitales y el uso de los SIG. El incendio se desarrolló en las cercanías de la comunidad Santa Cruz, municipio de Santa Catarina, Nuevo León en el periodo del 18 al 26 de mayo de 2019. Se utilizaron imágenes satelitales Sentinel-2 para clasificar las severidades del incendio mediante el índice dNBR (delta Normalized Burn Ratio), y durante un periodo de 15 meses post-incendio, se evaluó la recuperación de la vegetación mediante el índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) en función a la clase de severidad y tipo de vegetación. El área quemada resultó de 425 hectáreas, siendo la severidad BAJA la que presentó mayor superficie. La severidad que registró mayor superficie en el bosque de pino fue MODERADA ALTA, mientras que para el matorral submontano fue la severidad BAJA. La recuperación de la vegetación durante el periodo evaluado mostró que la severidad BAJA presentó una recuperación más rápida que las demás clases (NDVI pre-incendio= 0.3151; NDVI post-incendio= 0.4038), y el matorral submontano tuvo una recuperación más rápida que el bosque de pino (NDVI pre-incendio= 0.3132; NDVI post-incendio= 0.3883). En conclusión, las clases de severidades puede influir en la capacidad de recuperación de la vegetación post-incendio. En este estudio, las herramientas satelitales y metodologías utilizadas demostraron generar información precisa, ahorrado tiempo y esfuerzos en comparación con la medición in situ.

Palabras clave: incendio forestal, índice de severidad, recuperación post-incendio, sentinel-2.

EVALUACIÓN DE QUEMAS EN BOSQUE DE PINO-ENCINO Y ENCINO EN COCHOAPA EL GRANDE, GUERRERO

Bernardo López López^{1*}, Israel Villano Santiago¹, Beatriz Calleja Pelaez¹, Josafat Cano Abad¹

¹ Universidad Intercultural del Estado de Guerrero

* Autor para correspondencia: lopez_020986@hotmail.com

Se evaluaron quemas prescritas para bosque de pino-encino (Bpe) y bosque de encino (Be) en parcelas de 0.49 ha en la cabecera municipal de Cochoapa el Grande, Guerrero, se monitorearon las variables ambientales (VV = Velocidad del viento, HR = Humedad Relativa y temperatura), variables de comportamiento del fuego (ALL = Altura de llama y VP = Velocidad de propagación del fuego) y pendiente. Para la medición del combustible leñoso se utilizó la técnica de intersecciones planares y al final de cada línea se colectaron muestras de hojarasca y mantillo en 0.09 m² (n =16) que fue secado en estufa a 70 °C. Las quemas se realizaron el 19 de enero 2019 (Bpe) y 02 de marzo 2019 (Be) con la técnica de quema en retroceso por fajas. La carga de combustible en Bpe y Be fue 38.98 y 20.11 t ha⁻¹ respectivamente (p<0.001) con un factor de consumo de 69.28 y 89%. La VV fue mayor en Be 5.14 km h⁻¹ mientras el Bpe solamente registro 1.90 km h⁻¹ (p = 0.004); la ALL (0.42 y 0.50 m), VP (0.33 y 0.46 m min⁻¹), HR (62 y 67 %), temperatura (19 y 24 °C) y pendiente (25 y 41 %) no fueron estadísticamente diferente (p>0.05). Se recomienda el uso de quemas prescritas para reducir la carga de combustibles y monitorear el comportamiento del fuego para obtener información que facilite la toma de decisiones sobre el uso del fuego en los ecosistemas forestales.

Palabras clave: quema prescrita, temperatura, humedad relativa, altura de llama, velocidad de propagación.

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESPACIAL DEL FUEGO EN EL PARQUE NACIONAL LA MALINCHE.

Sandra Palomino Silva^{1*}, Lenom Cajuste Bomtens², Ángel Bustamante González³, Dante Arturo Rodríguez Trejo⁴, José Pedro Juárez Sánchez³

¹ Consultoría Ambiental

² Colegio de Posgraduados Campus Montecillos

³ Colegio de Posgraduados Campus Puebla

⁴ Universidad Autónoma Chapingo

* Autor para correspondencia: sandra_palomino2@hotmail.com

El objetivo central fue evaluar e identificar las características espacio-temporales, y los patrones espaciales del fuego y su vínculo con los usos de suelo. Se evaluó el área quemada del periodo 2016 a 2021 con imágenes satelitales Sentinel 2. Se describió la ubicación, tamaño, frecuencia y distribución temporal del fuego. El análisis espacial incluyó la autocorrelación espacial con los índices de Moran Global y Local; el índice de Moran bivariado entre la variable fuego y los usos de suelo y el borde agrícola-forestal. Se hizo un análisis de bordes y de distancia a los perímetros de los centros de población. La frecuencia máxima encontrada del fuego es 7 y la mínima 0. La variable área quemada tiene un índice de Moran de 0.784 y está altamente autocorrelacionada; se identificaron hotspots y coldspots. Las áreas quemadas tienen una autocorrelación positiva con las áreas agrícolas y aleatoria con áreas forestales. El análisis de bordes indica que las áreas quemadas se concentran en el borde agrícola-forestal, el 38.57% de 0 a 50 m y el 89.21% de 0 a 500 m. El área quemada se incrementa a partir del perímetro de las áreas pobladas, alcanzando la superficie máxima a 2,500 m de distancia. Las áreas quemadas son pequeñas, ocurren zonas de alta frecuencia bien definidas y polígonos de mayor tamaño localizados en Puebla. Se encontró concentración de áreas quemadas en las zonas agrícolas y el borde agrícola-forestal; los conglomerados no quemados están vinculados con áreas forestales compactas y áreas pobladas.

Palabras clave: área natural protegida, índice de moran, incendios forestales, quemas agrícolas, sensores remotos.

MAP OF BURNED AREA WITH SENTINEL IMAGES USING GOOGLE EARTH ENGINE IN MEXICO

Carlos Ivan Briones Herrera^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UJED

*Correspondence: carlos.briones.ipi@gmail.com

This study successfully utilized Sentinel-2 imagery and Google Earth Engine to map burned areas in Mexico using various image composition techniques. The comparison of eight composition techniques over 1- and 3-month periods revealed that the P25 composite consistently achieved higher Kappa values, indicating its superiority in delineating burned areas. Consequently, the spectral index value with the highest Kappa, determined as optimal, was employed to discriminate between unburned and burned areas for each composite and wildfire under consideration. This comprehensive approach enhances our understanding of wildfire dynamics and supports in-formed decision-making in fire management and land use planning.

Key words: google earth engine, forest fires, México, sentinel 2, specific umbrals.

REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE PREDICCIÓN DE PELIGRO DE INCENDIOS FORESTALES DE MÉXICO

Daniel Jose Vega Nieva^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango

* Autor para correspondencia: danieljvn@gmail.com

El Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (SPPIF), desarrollado por los proyectos CONAFOR CONACYT CO2-2014-3-252620 y CO-2018-2-A3-S-131553, es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para el manejo del fuego en México. El sistema permite evaluar en tiempo real las condiciones de sequedad del combustible, y la ubicación, número e intensidad esperada de incendios forestales. El acceso a la información es libre a través de la página web: <http://forestales.ujed.mx/incendios/> El SPPIF, que hace a México el quinto país del mundo en contar con una tecnología propia de este tipo, es el primer sistema de peligro a nivel mundial en considerar los factores humanos de ocurrencia, la biomasa y la presencia de puntos de calor activos en días previos en los pronósticos diarios de riesgo de incendio y de la dificultad de supresión, así como en monitorear y pronosticar el número y área quemada de los perímetros de conglomerados de puntos de calor. El sistema es utilizado diariamente por la CONAFOR para el apoyo en la toma de decisiones de manejo del fuego, incluyendo la planeación de rutas de detección de incendios, la planeación de calendarios de quemas agropecuarias y quemas prescritas, la planeación de acciones de pre-supresión, prevención, y supresión, así como en la planeación de las acciones de restauración de las áreas quemadas. Se presentarán los componentes de la interfaz del sistema, así como ejemplos de su uso operacional para el apoyo a la toma de decisiones de manejo del fuego en Mexico.

Palabras clave: peligro, riesgo, incendios forestales, sistemas operacionales de apoyo a la toma de decisiones, sig

AGROFORESTRY IN THE TEMPERATE REGION OF THE NORTHERN SIERRA OF PUEBLA

Jesús Mao Estanislao Aguilar-Luna^{1*}, Esmeralda Pichón Rodríguez², Eduardo García Villanueva³

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

² BUAP

³ COLPOS

* Autor para correspondencia: kuulche@hotmail.com

The aim of this work was to characterize the main agroforestry systems (SAF) in the temperate region of the Sierra Norte de Puebla. Between 2020 and 2023, 200 agroforestry characterizations were carried out in 20 municipalities of the temperate region of the Sierra Norte de Puebla. The variables were: size, SAF type, species, % occupancy, level of technification and age. The 68 % of the SAF were less than 1 ha, 24 % from 2 to 5 ha and 8 % greater than 5 ha. Forest and fruit trees predominate in cropland (38 %), home gardens (24 %), trees in paddocks (18%), multistrata (16 %) and terraces (4 %). The perennial-woody species that stand out for their presence: *Alnus acuminata*, *Citrus latifolia*, *Crataegus mexicana*, *Cupressus spp.*, *Erythrina americana*, *Ficus carica*, *Juniperus deppeana*, *Malus domestica*, *Persea americana*, *Pinus spp.*, *Prunus domestica*, *Prunus persica*, *Pyrus communis*, *Quercus spp.*, and *Salix spp.* The percentage of land occupation was: 40 % with crops, 35 % with fruit trees, 20 % with forestry and 5 % with animals. The level of technification of the SAF: 70 % low level, 25 % medium level and 5 % high level. SAF age: 0 to 5 years (9 %), 6 to 15 years (14 %) and over 15 years (77 %). SAF are an alternative production in temperate zones; however, its presence, adoption and diversification are limited in the Sierra Norte de Puebla.

Key words: Agroforestry, Trees, Crops, Pine-oak.

AVANCES EN LA RESTAURACIÓN COMUNITARIA DE LOS BOSQUES DE ALTA MONTAÑA EN MÉXICO

Carlos Ramírez-Herrera¹, Francisca Ofelia Plascencia Escalante^{1*}

¹ Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Carretera México-
Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México 56234

* Autor para correspondencia: kmcramcolpos@gmail.com

Los bosques de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* de las altas montañas de México son vulnerables al cambio climático. Por más de cinco décadas se han hecho reforestaciones en estos bosques, pero con especies y métodos equivocados. Los efectos del cambio climático se reflejan en incendios forestales, sequía y ataque de plagas más frecuentes, poniendo en riesgo la funcionalidad del ecosistema y la provisión de servicios ecosistémicos. Lo anterior, ha llevado a que las mismas comunidades o ejidos que poseen el bosque no tengan confianza en ningún programa de reforestación del gobierno estatal o federal. Los comuneros y ejidatarios se limitan a participar sólo si es un requisito legal o si les pagan por ello, sabiendo que la reforestación será un fracaso. El presente estudio muestra la experiencia de grupo de trabajo con una estrategia diferente, trabajando de la mano investigadores y ejidatarios para desarrollar estrategias de 1) transferencia de conocimientos técnicos sobre repoblación natural y restauración forestal, 2) recolecta, almacenamiento, siembra y plantación de semillas nativas, y 3) creación de capacidades en la planificación a largo plazo para fomentar la protección de los bosques locales. Todo lo anterior, para lograr que los ejidatarios se apropien de la técnica de reforestación con especies nativas, y deseen reforestar por una preocupación genuina de cuidar sus bosques. Se presentan los resultados de recolecta de semilla nativa, producción de planta y reforestación en el periodo 2017 a 2023.

Palabras clave: semillas nativas, repoblación natural, bosques locales, reforestaciones, apropiación.

CAPACIDAD DE BROTE DE *Pinus* EN ÁREAS INCENDIADAS EN EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

José Israel Yerena Yamallel^{1*}, Victoria del Pilar García-Ortuño², Luis Gerardo Cuéllar-Rodríguez², Ángel Mario Reyna-González²

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León - Facultad de Ciencias Forestales

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales

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

Las especies del género *Pinus* han desarrollado estrategias adaptativas en respuesta al fuego, como es la aparición de brotes provenientes de la base del fuste de los individuos afectados. El objetivo del estudio fue caracterizar a los árboles y brotes de *Pinus teocote* y *Pinus pseudostrabus* en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Se realizaron 30 sitios de muestreo con una superficie de 400 m² cada uno, las variables que se midieron fueron el diámetro y altura de los árboles y sus brotes. El 83% de la muestra corresponde a la especie *Pinus teocote* y el resto a *Pinus pseudostrabus*. Se establecieron dos tipos de grado de afectación de los árboles: i) vivos quemados y ii) carbonizados, estos últimos resultaron con la cantidad mayor de individuos con brote. El nivel de brote bajo de uno a dos brotes fue el más representativo en ambas especies. Entre menor el diámetro de fuste mayor la probabilidad de brote, cuando la variable categoría diamétrica aumenta, la probabilidad de aparición de brote disminuye, de igual manera para la altura. El registro de la capacidad de brotar de estas especies en la región puede variar en espacio, tiempo e impactó y frecuencia de las perturbaciones.

Palabras clave: adaptación, caracterización, regeneración.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA-MECÁNICA DE RAÍCES DE ESPECIES FORESTALES EN EL BOSQUE TEMPLADO DE DURANGO

Silvia Janeth Bejar Pulido^{1*}, Francisco Javier Hernandez¹, Israel Cantú Silva², Tilo Gustavo Dominguez Gómez¹, Erik Orlando Luna Robles¹, Artemio Carrillo Parra³

¹ Instituto Tecnológico de El Salto

² UANL, Facultad de Ciencias Forestales

³ UJED

* Autor para correspondencia: siljan2411@gmail.com

La estabilización de los taludes esta influenciada por la interacción suelo-raíz; donde las propiedades mecánicas y químicas de las raíces, así como su distribución generan un aporte a la elasticidad y rigidez contra fallas del talud. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades químicas y mecánicas de cuatro especies del bosque templado de Durango y su relación con la fijación del suelo. Se colectaron 30 muestras de raíces por especies de tres categorías diamétricas (0.1-3.0 mm, 3.1-6.0 mm y 6.1-10 mm). Las propiedades mecánicas (Fmax, Ts y Eroot) se analizaron con una maquina universal Instron SATEC a una velocidad constante de 10 mm/min. El contenido químico se determinó por medio del método de Van Soest et al. (1991), obteniendo la cantidad de celulosa, lignina y hemicelulosa. Los resultados obtenidos indican que las raíces con diámetros mayores poseen una menor resistencia a la tracción y elasticidad, encontrando un orden de resistencia *J. deppeana*>*P. durangensis*>*Q. sideroxylla*>*P. cooperi*. Los contenidos de celulosa y hemicelulosa presentaron una relación decreciente con el incremento de diámetro, mientras que los contenidos de lignina fueron incrementando conformé aumentaba el diámetro. Las raíces de diámetros pequeños presentan una mayor resistencia a la tracción, debido al alto contenido de celulosa, generando mayor resistencia a la falla y mejorando el refuerzo de la raíz. Las especies *J. deppeana* y *Q. sideroxylla* son las especies con las mejores características para la fijación del suelo en prácticas de bioingeniería de suelos en los taludes evaluados.

Palabrs clave: elasticidad, fibras, fijación del suelo, bioingeniería, suelo.

COMPARACIÓN DE TRES MÉTODOS DE MUESTREO DEL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO.

Renata Aide Valdes Alameda^{1*}, Enrique Jurado², Israel Yerena¹, Marisela Pando-moreno¹, Eduardo Estrada¹, Joel Flores¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autonoma de Nuevo León.

*Autor para correspondencia: renatha.alameda@hotmail.com

La recuperación de las áreas destinadas a la extracción de recursos forestales en el matorral ocurre, por lo general, de manera natural a partir los bancos de semillas del suelo. Debido a que en el banco de semillas del suelo se almacenan las especies que estarán presentes en la vegetación futura, así como su diversidad genética, conocer características como la densidad y diversidad de especies que lo componen proporciona información crucial para la acertada interpretación del estado, respuestas y dinámica de la comunidad vegetal. Determinar la existencia de semillas viables en el suelo es complejo y minucioso. Aquí comparamos las especies y el número de semillas en el suelo durante dos años en el matorral espinoso tamaulipeco en el Noreste de México por los métodos de (i) conteo directo de semillas, (2) plántulas germinadas en invernadero y (3) plántulas germinadas en condiciones naturales. La riqueza en general fue mayor con el conteo en campo y la densidad con el método de invernadero. Sin embargo, el número de especies arbóreas encontradas fue mayor con el método de conteo directo y plantas germinadas en condiciones naturales. La densidad de las mismas fue mayor en el método de conteo directo. Este último método de análisis del banco de semillas del suelo representa mejor a la comunidad de plantas leñosas del matorral espinoso tamaulipeco, aunque implica más horas de trabajo que el resto de los métodos empleados.

Palabras clave: conteo directo, invernadero, matorral espinoso tamaulipeco, plántulas, reclutamiento.

DIVERSIDAD DEL SOTOBOSQUE EN REFORESTACIONES CON *Pinus montezumae* LAMB, CON FINES DE RESTAURACIÓN

Francisca Ofelia Plascencia Escalante^{1*}

¹ Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Carretera México-
Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México 56234

*Autor para correspondencia: fplascen@colpos.mx

Las reforestaciones son una estrategia de restauración ecológica para recuperar zonas degradadas, cuya eficiencia puede determinarse mediante la evaluación de los atributos de un ecosistema (estructura, diversidad de especies y procesos ecológicos). El objetivo de esta investigación fue comparar la diversidad vegetal del sotobosque de una zona degradada (ZD), dos zonas reforestadas con *P. montezumae* de 5 y 9 años de edad (ZR5 y ZR9), y un bosque de referencia (BR) en el estado de Puebla. Se establecieron cinco sitios de 100 m² y 1 m² (anidados) en cada zona. Se calculó la riqueza (índice de Margalef), abundancia, la diversidad alfa (Simpson) y diversidad beta (Jaccard), además del índice de valor de importancia (IVI). La ZR5 mostró los mayores índices de riqueza y diversidad de Simpson (4.26 y 0.90, respectivamente). Las ZR5 y ZR9 comparten un 64% de las especies herbáceas y arbustivas. Al comparar el IVI del sotobosque entre las zonas, el BR obtuvo el mayor valor (14.40 %) para *Piptochaetium virescens* (Kunth) Parod., y *Muhlenbergia macroura* (Kunth) Hitch fue la especie de mayor IVI en la ZD, ZR5 y ZR9, con 21.39, 13.34 y 7.68, respectivamente. Las reforestaciones deberían evaluarse de manera integral, no únicamente considerando la supervivencia del arbolado, por lo que estos resultados contribuyen a conocer parámetros ecológicos no evaluados comúnmente en trabajos de reforestación. Se sugiere continuar con estudios a largo plazo para obtener información relevante para la toma de decisiones en proyectos de recuperación de zonas degradadas.

Palabras clave índice de valor de importancia, atributos ecológicos, índices de diversidad.

EFFECTOS DE LA HERVIVORÍA EN LA SUPERVIVENCIA DE UNA REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN NUEVO LEÓN, MÉXICO

Adriana Concepción Garza Pérez^{1*}, José Manuel Mata Balderas², Eduardo Alanís Rodríguez¹, José Israel Yerena Yamalle¹, Luis Gerardo Cuellar Rodríguez¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

² Gestión Estratégica y Manejo Ambiental

* Autor para correspondencia: adriana.garzapr@uanl.edu.mx

Los matorrales xerófilos son ecosistemas altamente aprovechados en el norte del país, razón por la cual durante la última década se ha incrementado su deterioro resultado de la deforestación para actividades productivas y expansión demográfica. Como resultado se han emprendido acciones y medidas de compensación que favorecen la permanencia y conservación de este ecosistema tan importante en el norte de México. La reforestación con especies nativas busca la mejora de un espacio mediante plantaciones estratégicas que ayuden en su recuperación. El objetivo de este trabajo fue evaluar la supervivencia y evolución y determinar los hallazgos de la herbivoría. Se realizó un muestreo en líneas al azar para evaluar el estado de la plantación en una superficie de 10 hectáreas, ubicadas en un ejido, en el municipio de Linares, Nuevo León. Los resultados de supervivencia obtenidos fueron: *Senegalia berlandier* (95.00%), *Ebenopsis ebano* (91.00%), *Prosopis glandulosa* (80.00%), *Helietta parvifolia* (94.00%), *Havardia pallens* (95%). Se concluye que las especies seleccionadas de línea base del ecosistema de referencia fueron las más adecuadas en el proceso de establecimiento, encontrando evidencia de herbivoría específicamente en la especie *Prosopis glandulosa*. Por lo que se recomienda establecer medidas para la protección y evitar con ello la disminución en la supervivencia requerida para el éxito del proyecto.

Palabras clave: herbivoría, supervivencia, vigorosidad, reforestación.

ESTIMACIÓN DEL TIEMPO Y AVANCE DE EROSIÓN EN CÁRCAVAS MEDIANTE TÉCNICAS DENDROGEOMORFOLÓGICAS

Daniela Alexandra Canabal Valdes^{1*}, Wibke Himmelsbach¹, Marco Aurelio Gonzalez Tagle¹, Israel Yerena Yamalle¹, Marcos Gonzalez Casares¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

* Autor para correspondencia: daniela.canabal09@gmail.com

La dendrogeomorfología al ser un método indirecto de medición innovador denota un interés en particular por conocer la relación entre la erosión y los anillos de crecimiento en las raíces de los árboles. Existen patrones de cambio en la anatomía de la madera en las raíces debido a efectos de la exposición tal como variación de temperatura, presión edáfica, incidencia de luz. En el estado de Nuevo León, no se han generado estudios que muestren resultados de erosión empleando este método. Por lo tanto, el área del Cerro “El Potosí” resulta de interés para el análisis de las formaciones de cárcavas por erosión hídrica. Además, es un área donde ocurren frecuentemente incendios forestales y donde ha incrementado el turismo en la naturaleza caracterizado por el senderismo y ciclismo de montaña. Tanto los incendios como el turismo podrían promover situaciones que provoquen o aceleren los procesos erosivos. En consecuencia, esta investigación busca analizar el flujo de eluviación en diferentes cárcavas del Cerro El Potosí aplicando métodos dendrocronológicos y dendrogeomorfológicos para estimar el tiempo de dicho proceso.

Palabras clave: dendrogeomorfología, eluviación, dendrocronología.

ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ASOCIADAS A REFORESTACIONES DE *Pinus cembroides* ZUCC., EN EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY

Rufino Sandoval Garcia^{1*}

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

* Autor para correspondencia: rufino.sandoval.garcia@gmail.com

La mayoría de reforestaciones en México presentan un porcentaje bajo de supervivencia y son abandonadas después de su establecimiento, por lo tanto; no pueden ser consideradas como una alternativa real de solución, debido a que un verdadero proceso de restauración ecológica requiere que las actividades estén en función de las necesidades del ecosistema, cuenten con un diseño e implementación de estrategias, así como con un programa de evaluación y monitoreo. El presente estudio tiene como objetivo analizar la supervivencia y crecimiento de una reforestación de *Pinus cembroides* Zucc., en combinación con diferentes estrategias de restauración ecológica en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Los resultados indican que las estrategias de nucleación, asociación de grupos funcionales y generación de condiciones microclimáticas en combinación con la reforestación, permiten aumentar el porcentaje de supervivencia hasta en 92%, mejora la capacidad de infiltración y reduce el estrés hídrico. La malla atrapaniebla tuvo una condensación promedio de 0.8 l m² día⁻¹, de la neblina y rocío, así como una reducción de 70% de la intensidad luminosa. El hidrogel requiere de una constante hidratación, por lo que, su efectividad se reduce en áreas de baja precipitación. La translocación de suelos mejora la capacidad de infiltración y la asociación de grupos funcionales de Anderson, permitiendo una asociación simbiótica que mejora la fijación de N y otros macronutrientes para las plantas.

Palabras clave: grupos funcionales de anderson, hidrogel, malla atrapaniebla, micorrización, translocación de suelo

EVALUACIÓN DE UNA PLANTACIÓN DE SEIS ESPECIES DEL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO EN NUEVO LEÓN, MÉXICO.

Edwin Samuel Rodríguez Alejandro^{1*}, José Manuel Mata Balderas², Eduardo Alanís Rodríguez¹, José Israel Yerena Yamalle¹, Luis Gerardo Cuellar Rodríguez¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

² Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C.

* Autor para correspondencia: edwin.rodriquezal@uanl.edu.mx

El matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México es una comunidad vegetal que se encuentra degradada por el cambio de uso de suelo, ocasionando cambios en su estructura original. Para recuperar estas áreas degradadas es necesario identificar el comportamiento que tienen las especies representativas a través de métodos de restauración ecológica. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de seis especies distintivas a partir de las variables estructurales de altura total (h), el diámetro basal (d0.10), así como cobertura de copa (k) de una plantación de 10 hectáreas en el municipio de Linares, Nuevo León. La plantación se realizó en el mes de noviembre del 2022, utilizando las especies *Prosopis glandulosa*, *Ebenopsis* ébano, *Havardia pallens*, *Cordia boissieri*, *Helietta parvifolia* y *Senegalia berlandieri*. Concluida la plantación se realizaron tres muestreos, uno cada dos meses, en donde se establecieron 15 líneas de muestreo al azar seleccionando dos ejemplares de cada especie. A cada ejemplar se le midieron las variables mencionadas y los resultados se analizaron a través del Software IBM SPSS Statistics. Los resultados demostraron que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las seis especies, además la especie *Helietta parvifolia* tuvo en promedio una mayor altura total y cobertura de copa, seguida de *Ebenopsis* ébano en ambos valores, también la especie *Helietta parvifolia* tuvo mayor diámetro basal y la segundo *Cordia boissieri*. Se puede concluir que las especies utilizadas en este trabajo presentaron un incremento en sus variables estructurales y además son candidatas a su uso en plantaciones del matorral.

Palabras clave: restauración ecológica, altura total, diámetro basal, cobertura de copa, comunidad vegetal.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE BIOINOCULANTES ECTOMICORRÍZICOS EN LA RESTAURACIÓN FORESTAL

Violeta Carrasco Hernández^{1*}, Dante Arturo Rodríguez Trejo¹, Victor Manuel Duarte Zaragoza²

¹ Universidad Autónoma Chapingo

² Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México

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

Uno de los aspectos claves para la restauración de ecosistemas forestales es la reintroducción de hongos ectomicorrízicos que de forma natural se encuentran en ecosistemas no perturbados y que se han perdido principalmente por la deforestación y erosión de suelos. Cabe señalar que ante tal reto es necesario conocer biotecnologías útiles que permitan reintroducir dichos hongos en ecosistemas en los que ya no se encuentran o en los que su diversidad ha disminuido drásticamente. Por dicho motivo, en el presente trabajo se expondrá una biotecnología fácil y de bajo costo que permite preparar bioinoculantes ectomicorrízicos que se pueden aplicar en vivero y permiten tener plantas micorrizadas que posteriormente pueden ser llevadas a campo y de esta forma reintroducir los hongos ectomicorrízicos que además le proporcionará ventajas ampliamente conocidas como son: facilitar la absorción de agua y nutrientes así como cierta resistencia a organismos patógeno y estrés hídrico. Lo anterior aumentaría su probabilidad de supervivencia y establecimiento en campo. Dicha biotecnología se ha probado con algunas especies de Pino (*P. greggii*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla*) y hongos del género *Suillus spp.*, *Laccaria spp.* y *Hebeloma spp.* Cabe señalar que se requiere seguir realizando investigación con respecto a diferentes combinaciones de planta-hongo, así como su factibilidad en diferentes concentraciones de esporas y sustratos.

Palabras clave: micorriza, hongos, *suillus spp.*, *Laccaria spp.* y *Hebeloma spp.*

SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO INICIAL EN CAMPO DE PLÁNTULAS DE *Pinus pseudostrobus* LINDL., Y SU RELACIÓN CON ATRIBUTOS DE CALIDAD EN VIVERO

Luis Enrique Martínez Velasco^{1*}, Miguel ángel López López¹, Victor Manuel Cetina Alcalá¹, Teresa Margarita González Martínez¹, Leopoldo Mohedano Caballero²

¹ Colegio de Postgraduados

² Universidad Autónoma Chapingo

* Autor para correspondencia: martinez.enrique@colpos.mx

Asegurar el éxito de las reforestaciones exige la búsqueda de atributos en el material producido en vivero que ayuden a incrementar el establecimiento exitoso de las plántulas en campo, debido a que en los lugares de plantación imperan distintas condiciones climáticas principalmente, y la existencia de distintas especies de árboles diversifica el comportamiento de las plántulas reforestadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la sobrevivencia en campo de plantas de *Pinus pseudostrobus* e identificar atributos o índices de calidad que se relacionen con un adecuado desempeño, y al mismo tiempo evaluar la calidad del material producido en vivero. Bajo un diseño completamente al azar se establecieron 18 tratamientos con 10 repeticiones en dos parcelas distintas. El análisis estadístico indica que el efecto de parcela fue significativo para el crecimiento e incremento en diámetro (p-valor: 4.96e-04 y 8.724e-05 respectivamente). La sobrevivencia promedio fue del 87% para ambas parcelas a 8 meses de la fecha de plantación. En ambas parcelas, el tratamiento 2 (bolsa + inundación + fibra de coco) tuvo un desempeño significativamente superior, con un diámetro basal de 12.85 mm y altura de 56.4 cm, así como los mayores incrementos en los mismos atributos (9.14 mm, 39.4 cm). Las plántulas de los tratamientos con una altura > 14 cm, un diámetro > 3 mm, y un índice de Dickson > 2 tuvieron un mejor desarrollo en campo. En la parcela 1, la biomasa aérea, el Índice de Dickson y el diámetro basal se correlacionan positivamente con la sobrevivencia.

Palabras clave: índice de Dickson, sobrevivencia, desempeño en campo

CAPÍTULO IX

Nuevas tecnologías e inteligencia artificial en el manejo de recursos forestales

ANÁLISIS DE TENDENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA CUENCA DEL RÍO PÁNUCO, MÉXICO

Rogelio García-Rodríguez^{1*}, Rogelio Ortega-Izaguirre¹, Fabio Chalé-Lara¹

¹ CICATA - Unidad Altamira

* Autor para correspondencia: rgarciardz@gmail.com

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) permite caracterizar la cubierta vegetal y medir los cambios en la vegetación, se calcula utilizando las diferencias de absorción entre las bandas del Infrarrojo cercano (841-876 nm) y del rojo (620-670 nm). El objetivo del trabajo fue analizar la dinámica y tendencia de la cobertura vegetal de la cuenca del río Pánuco a través del procesamiento de imágenes satelitales NDVI. Se utilizaron los datos de reflectancia MOD13A2 del Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS) del Sistema de Observación de la Tierra (EOS) de la NASA. El área de estudio fue la cuenca del Río Pánuco o Región Hidrográfica 26. Las series de tiempo se analizaron para el periodo comprendido entre el año 2000 y 2022, se aplicó el filtro Lanczos pasa bajos para atenuar las variaciones de alta frecuencia y se calculó la tendencia usando el método de mínimos cuadrados ordinarios. Los valores altos de NDVI se observaron en septiembre y los valores bajos se presentaron en marzo. La tendencia fue positiva en el 35% de la región de estudio incluyendo la reserva de la biosfera de la Sierra Gorda en el estado de Querétaro. El 22% presentó una disminución del NDVI en las colindancias de la CDMX y en el sur del estado de Tamaulipas. El 43% de la superficie no presentó un cambio significativo. Los resultados de estos trabajos son de utilidad para cuantificar el impacto del cambio climático y proponer estrategias de manejo de los recursos forestales.

Palabras clave: índice de vegetación, teledetección, región hidrográfica, MODIS, NDVI.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN LA CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS TERRESTRES DE UNA REGIÓN ÁRIDA-SEMIÁRIDA USANDO IMÁGENES SENTINEL-2

Fatima Lopez¹, Adrian Hernandez Ramos^{1*}, Jose René Valdéz Lazalde¹, Hector Manuel de los Santos-Posadas¹, Valentin Jose Reyes Hernandez¹, Pablito Marcelo Lopez Serrano²

¹ Colegio de Postgraduados

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

* Autor para correspondencia: adrian.hernandezr90@gmail.com

El uso de sensores remotos en la clasificación de ecosistemas semiáridos es complejo debido a factores característicos de la vegetación como el porte pequeño, estructuras complejas, superposición arbustiva de especies, escasa cobertura y baja densidad de individuos. El objetivo fue caracterizar los tipos de cobertura vegetal y uso del suelo de una región semiárida a partir de datos derivados del sensor Sentinel-2 y el método Random Forest (RF). Para ello, fue seleccionada una superficie de este ecosistema en Ramos Arizpe, Coahuila, de la cual se obtuvo una imagen multiespectral con un nivel de procesamiento 2A. Se ubicaron 171 puntos de entrenamiento, distribuidos en ocho coberturas identificadas sobre la imagen; en seguida se empleó el modelo RF para la clasificación y caracterización espectral. Este presentó una precisión del 87.7% y un índice Kappa de 0.89 al clasificar las ocho coberturas evaluadas (agua [93.8%], arbórea [80.0%], arbustiva [92.2%], caminos [25.0%], cultivo [95.7 %], nubes [83.3%], rural [80.0%] y suelo [91.7%]). Las variables espectrales con mayor importancia fueron la B04 (665.0 nm) y la B08 (833.0 nm); ambas variables se asocian con propiedades de sensibilidad a la humedad del suelo y de la vegetación. De la cobertura vegetal, la arbustiva obtuvo la mayor superficie clasificada (65.70%), seguida de la arbórea (6.97%) y la menor cubierta por cultivos (0.51%). Las diferentes composiciones, tamaños y estructuras que presenta la cobertura terrestre condicionan la interacción con el espectro electromagnético y permite su identificación.

Palabras clave: firmas espectrales, productos forestales no maderables, random forest.

EFFECTOS POST-INCENDIO EN EL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY (PNCM)

Nallely Guadalupe Aguirre Ojeda¹, Sandra Berenice Valdes Platas¹, Angel Mario Reyna Gonzalez^{1*}

¹ Universidad Autonoma de Nuevo León

* Autor para correspondencia: angel.reynagn@uanl.edu.mx

La teledetección es una herramienta de gran utilidad; mediante la plataforma de Google Earth Engine se puede acceder a una gran cantidad de datos de imágenes satelitales de diferentes sensores. La implementación de scripts permite la filtración de datos para utilizar solo la información que es necesaria. Los incendios forestales son eventos que, aunque forman parte de los ecosistemas, causan distintos tipos de impactos. Los bosques templados del PNCM son de suma importancia debido a los servicios ambientales que proveen. En el periodo del 2020 al 2022 se presentaron siniestros, los cuales causaron diversas afectaciones en el PNCM. En las áreas post-incendio se realizaron diferentes tipos de actividades en pro de la restauración de las áreas afectadas, donde los incendios consumieron gran parte de la cubierta forestal dejando expuesto el suelo a erosión hídrica y eólica. La vegetación, ha respondido de diferentes maneras, ya que se puede observar la presencia de plantas pioneras en las áreas incendiadas como el huizache (*Vachellia farnesiana*), además de rebrotes en algunas especies. La evaluación de la severidad de quemado se realizó mediante el índice dNBR, cuyos valores obtenidos se encontraron por encima de 0.4 con severidades medias y altas; siendo el incendio del año 2021 el de mayor magnitud, este índice permite delimitar las zonas más afectadas por el paso del incendio, detectando áreas quemadas y cambios en la vegetación, esto lo convierte en una herramienta valiosa para el análisis de incendios forestales y su impacto en el paisaje.

Palabras clave: teledeteccion, Google Earth Engine, incendios forestales, indice DNBR.

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA POST-INCENDIO DE LA VEGETACIÓN DEL CERRO DEL POTOSÍ MEDIANTE EL USO DE GOOGLE EARTH ENGINE

Ximena Marcela Pacheco Gomez¹, Yaretzy Mariana Ortega Martinez¹, Andrea Gonzalez Bañuelas¹, Angel Mario Reyna González^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL

* Autor para correspondencia: pachecoximena260@gmail.com

Los procesos que relacionan los estudios forestales y la teledetección han mostrado un avance en los últimos años. Plataformas como Google Earth Engine (GEE) han incorporado una gran cantidad de información y procesos basados en datos de imágenes satelitales como Modis, Landsat y Sentinel, entre otros. Este avance tecnológico permite simplificar el uso de las herramientas mediante trabajos en la nube a través de scripts para realizar las evaluaciones correspondientes y que anteriormente requerían de gran inversión de tiempo y recursos. En el presente estudio se evalúa la respuesta post incendio de la vegetación del Cerro El Potosí que ha sido afectada en varios momentos por incendios de diferentes magnitudes. En el análisis se usaron imágenes de satélite del 2013 al 2023 con el objetivo de observar el comportamiento de la vegetación en este sitio y como ha ocurrido la regeneración natural sin la intervención de actividades de restauración. Los resultados de las series temporales para el NDVI, SAVI y NDWI con GEE permiten mostrar en el tiempo el estado de recuperación de la vegetación y anomalías detectadas durante los crecimientos de esta. Los resultados del NDVI muestran una tendencia de recuperación de la vegetación pasando de 0.126 a 0.372 en los últimos años, sin embargo, el SAVI y el NDWI con los valores oscilantes entre 0.53 y 0.27 muestran que existen variaciones relacionadas con el estrés hídrico de las plantas que a su vez se reflejan en la regeneración de los mismos ecosistemas.

Palabras clave: incendio, regeneración, analisis, cerro el potosi, imagenes de satélite.

MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE INVENTARIO FORESTAL CON TECNOLOGÍA LIDAR: COMPARACIÓN DE MÉTODOS

José Antonio Hernández Moreno^{1*}, Diego Rafael Perez Salicrup², Alejandro Velázquez Martínez³

¹ Tecnobiosfera S. C.

² Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad

³ Colegio de Postgraduados

* Autor para correspondencia: jmoreno@iies.unam.mx

El inventario forestal describe la cantidad, tamaño y calidad de los árboles de un bosque, así como las características del espacio donde crecen. Tradicionalmente, el inventario forestal se realiza manualmente con forcípulas para medir el diámetro a la altura del pecho (DAP), y dispositivos que utilizan principios geométricos, como el clinómetro, para la estimación de la altura total (AT). El presente trabajo reporta la aplicabilidad de una tableta con tecnología LiDAR integrada, para producir nubes de puntos 3D, mediante la comparación de mediciones dendrométricas como posición geográfica, DAP, AT, diámetro de copa (DC) y altura de fuste limpio (FL) de árboles individuales, en una plantación de coníferas, obtenidas mediante LiDAR y con métodos tradicionales. El escaneo de árboles con dispositivo LiDAR mostró una tasa de detección del 100%, para árboles con DAP > 7.5 cm. El error cuadrático medio (RMSE) del DAP fue de 0.657 cm, el de la AT de 0.369 m, el del DC de 0.341 m, y el de FL fue de 0.208 m. El tiempo total del escaneo para la adquisición de datos LiDAR fue, en promedio, de 6.5 minutos por parcela, esto es 3.4 veces menor al tiempo del inventario forestal tradicional. El inventario forestal propuesto mediante LiDAR, es confiable, preciso y consume menos tiempo, en comparación con el enfoque tradicional. Esta metodología, debido a sus múltiples aplicaciones, puede ayudar a generar nuevos conocimientos en el campo de la ecología y el estudio de la estructura, dinámica y función de los ecosistemas forestales.

Palabras clave: ipad Pro[®], escaneo láser terrestre, realidad aumentada, parámetros forestales, lidar móvil.

MÉTRICAS ESTRUCTURALES DE UNA PLANTACIÓN ASISTIDA DE PINOS TROPICALES CON TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS.

Luis Xavier Trujillo-Gomez^{1*}, Bernardo Galeote-Leyva², Ramiro Puc-Kauil², Casimiro Ordoñez-Prado³, Laura Vianey Leon-Gonzalez²

¹ Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, campo Experimental San Martinito. Agrícolas y Pecuarias

* Autor para correspondencia: luisxavier.lxgf23@gmail.com

Una herramienta complementaria a los inventarios convencionales son los sistemas de fotogrametría de alta resolución; el cual permite medir el tamaño y la forma tridimensional a nivel de árbol individual. El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia del uso vehículos aéreos no tripulados (VANT) y técnicas fotogramétricas en la estimación de alturas de árboles pinos tropicales a escala local (plantación). La plantación está integrada por cuatro pinos híbridos y dos pinos puros. Se midió directamente las alturas de 277 árboles y se georeferenciaron con un GPS. Cada árbol se corrigió su ubicación central real mediante SIG. Se realizó la alineación de imágenes tomadas con el VANT, y se generó la nube de puntos de alta calidad y un modelo digital del terreno. Se extrajeron métricas de altura usando el Software FUSION. Las alturas medidas en campo y las estimadas con el VANT fueron comparadas mediante la prueba de Wilcoxon, R^2 y el RMCE para evaluar la eficiencia de la estimación. Las alturas tomadas con el VANT no fueron diferentes (Wilcoxon $p > 0.05$) con la medición directa. Las estimaciones tuvieron un error promedio de 0.68 m. Se encontró que el error disminuye cuando la densidad de árboles es baja (i.e. pino puro 11 árboles, RCME=0.17 m), pero el error aumenta cuando la densidad del arbolado es alta y con una altura homogénea (i.e. pino puro 39 árboles, RCME =0.23 m). El uso de VANT resultó eficiente para la evaluación a nivel de árbol y puede ser probado a mayor escala.

Palabras clave: vehículos aéreos no tripulados, morfometría, nube de puntos, métricas de altura.

MODIFICACIÓN DE VANT PHANTOM 3 STANDARD PARA LA OBTENCIÓN DE ÍNDICES ESPECTRALES Y MEJORAMIENTO DE ANÁLISIS DE VEGETACIÓN.

Diana Marcela Aguilera Rodriguez^{1*}

¹ Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana

* Autor para correspondencia: diana.aguilera.rdz@gmail.com

En el presente trabajo se realizó una modificación al sensor FC300C (cámara) de un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) DJI Phantom 3 Standard, mediante el diseño de una pieza en de remplazo en POM- Acetal polioximetilenon que permitió sustituir el lente original por un lente Agrocam NDVI-7 Filtro, cuya finalidad fue obtener imágenes multiespectrales (RGB+NIR), para obtener el Índice Diferencial Normalizado de Vegetación (NDVI) en cultivos a través de la elaboración y análisis de ortomosaicos. El área de prueba del sensor modificado fue en la Parcela 31 en el Ejido Parras de la Fuente, que se localiza al Este del Municipio de Durango, Dgo., México, en un campo de cultivo de maíz (Antílope, Asgrow) de temporal en etapa de maduración hasta la cosecha a partir de los 100 días de siembra, obteniendo valores de NDVI desde 0 hasta 0.66.

Palabras clave: cámara, modificación, NDVI, VANT.

VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VANT) COMO HERRAMIENTAS PARA MEDIR SITIOS PERMANENTES DE INVESTIGACIÓN FORESTAL Y DE SUELOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

Carlos Medina Tello^{1*}, Paz del Carmen Coba Pérez², Mario Delgado Alcantar³, José Javier Corral-Rivas⁴

¹ Tecnológico Nacional de México Campus Zitacuaro

² UNAM Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (ciga)

³ Comisión Forestal del Estado de Michoacán Subdirección de Planeación Jefatura de Manejo Forestal

⁴ Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango

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

Esta investigación se centra en evaluar el uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) como herramientas para medir y mantener Sitios Permanentes de Investigación Forestal y de Suelos (SPIFYS) en Michoacán. Se analiza la evolución de los VANT en términos de su potencial para medir variables de masa y de árbol individual en SPIFYS. Los resultados de las misiones de vuelo de VANT para la medición de los SPIFYS indican que son herramientas eficientes para medir la cobertura de copa del sitio y también de árboles individuales. Sin embargo, no son eficientes en identificar las especies registradas dentro de los SPIFYS. Se concluye el uso de los VANT en la medición de SPIFYS proporcionan una perspectiva innovadora para el monitoreo y gestión de recursos naturales, pero aún con ciertas limitaciones como la identificación de especies y la medición de árboles que crecen bajo el dosel superior.

Palabras clave: vant, remediación de SPIFYS, cobertura de copa.

USO DEL ALGORITMO RANDOM FOREST Y COMPUTACION EN LA NUBE PARA LA CLASIFICACIÓN DE COBERTURA FORESTAL EN COMUNIDADES DEL MONTE TLÁLOC

Alma Delia Ortiz Reyes¹, Daisy Barrera Ortega^{2*}, M. Enrique Romero Sánchez¹, T. Margarita González Martínez²

¹ Cenid Comef, INIFAP

² Colegio de Postgraduados

* Autor para correspondencia: dabo1805@gmail.com

Uno de los principales requisitos para apoyar el manejo y gestión de los recursos forestales es contar con la clasificación de la cobertura forestal lo más precisa posible. Esto se logra con el uso combinado de datos ópticos y de Radar, así como, de algoritmos de aprendizaje automático. En este trabajo se generó un mapa de cobertura forestal para un área que comprende seis ejidos aledaños al Monte Tláloc usando datos de Radar de Apertura Sintética (SAR), de la misión Sentinel 1, y datos espectrales de Landsat 8 procesadas a reflectancia superficial para el año 2022. El objetivo fue evaluar el rendimiento de los datos de retrodispersión y espectrales por separado y en conjunto para entrenar al clasificador Random Forest. El procesamiento y análisis de los datos se realizó en la plataforma geoespacial Google Earth Engine aprovechando el poder de la infraestructura de la nube para el análisis en línea. Se determinó la precisión global en los tres escenarios analizados y la importancia de las variables para el escenario SAR + Landsat 8, donde las bandas de retrodispersión VV y VH, así como, la banda 5 y 7 de Landsat fueron las más importantes en el rendimiento de la clasificación. La exactitud de los productos de cobertura forestal fue del 52%, 86% y 89% para SAR, Landsat 8 y SAR + Landsat 8, respectivamente. Los resultados muestran el potencial de combinar datos espectrales y de retrodispersión para la obtención de mapas de cobertura forestal con alta precisión a nivel local.

Palabras clave: aprendizaje automático, banda C, Gee, Landsat 8, Sentinel-1, Sar

VARIABILIDAD ESPACIOTEMPORAL DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO: INTEGRACIÓN DE RANDOM FOREST Y ROTH C

Zaira Rosario Perez Vazquez^{1*}, Gregorio ángeles Pérez¹, José René Valdez Lazalde¹, Bruno Manuel Chavez Vergara², Valentin Reyes Hernández¹, Martha Elva Ramírez Guzmán¹

¹ Colegio de Postgraduados

² Instituto de Geología

* Autor para correspondencia: zairpv@gmail.com

El carbono orgánico del suelo (COS) es fundamental para distintas propiedades, funciones y procesos del suelo. Su almacenamiento varía ampliamente en tiempo y espacio, dependiendo de factores ecológicos y de manejo específicos del sitio. En este estudio, se empleó el algoritmo Random Forest para predecir espacialmente las existencias de COS en una cronosecuencia de bosques gestionados para producción maderable en el Sitio de Monitoreo Intensivo de Carbono de Zacualtipán, Hidalgo, durante el periodo 2013 – 2023. En una segunda fase, se utilizó el modelo de rotación de carbono RothC para estimar la distribución del COS en cinco depósitos: material vegetal descomponible (DPM), resistente (RPM), biomasa microbiana (BIO), materia orgánica humificada (HUM) e inerte (IOM). El potencial de almacenamiento de COS en estos depósitos se proyectó a 100 años para dos condiciones de bosque: con y sin manejo. Se emplearon las predicciones de RF, datos LiDAR, mediciones climáticas y datos de inventario como entrada para RothC. IOM fue estimado mediante funciones de pedotransferencia. Los resultados de RothC indican que el COS se distribuye en el orden: HUM > RPM > IOM > BIO > DPM. En promedio, el COS del bosque manejado fue de 125 ton ha⁻¹ en 2013, aumentando a 170 ton ha⁻¹ en 2019. Los bosques sin manejo mostraron una tendencia similar: 153 ton ha⁻¹ en 2013 y 171 ton ha⁻¹ en 2019. Las estimaciones de RF y RothC permiten identificar áreas prioritarias de manejo y evaluar el impacto de la silvicultura en los distintos depósitos del COS.

Palabras clave: manejo forestal, almacenamiento de C, integración de modelos, modelo biogeoquímico, machine learning.

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL SISTEMA DE PLANEACIÓN FORESTAL PARA BOSQUE TEMPLADO (SIPLAFOR)

Jaime Briseño Reyes^{1*}, José Javier Corral-Rivas¹, Daniel José Vega Nieva¹, Pablito Marcelo López Serrano², Arnulfo Meléndez Soto¹

¹Facultad de Ciencia Forestales y Ambientales, UJED.

²Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, UJED.

*Autor para correspondencia: jaime.briseno@gmail.com

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han demostrado ser herramientas cruciales para el manejo forestal, a través de plataformas sólidas para la recopilación, análisis, proceso y visualización de datos geoespaciales relacionados con los recursos forestales. El Sistema de Planeación Forestal para Bosque Templado (SIPLAFOR) es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en la elaboración y ejecución de programas de manejo forestal sustentable en los bosques templados de México. La implementación de los SIG en el SIPLAFOR ha permitido la automatización de procesos como la planeación del diseño y tamaño de la muestra personalizada para cada Unidad Mínima de Manejo (UMM), la gestión de capas de información que afectan la superficie aprovechable (camino, corrientes, etc.), el cálculo de superficie por tipo de afectación y de la superficie aprovechable. También permite la generación de la información geoespacial de puntos de muestreo levantados en campo, realizando un análisis espacial para obtener la altitud de cada sitio en base a un modelo digital de elevaciones del terreno, así como la posibilidad de determinar geoespacialmente la UMM a la que pertenece cada sitio de muestreo. Además, permite verificar la correspondencia espacial de la información del inventario con los polígonos de los rodales productivos. La información geográfica es procesada y almacenada en la nube, y los resultados pueden ser visualizados en línea a través de un mapa web. En conclusión, la implementación de los SIG en el SIPLAFOR permite planificar y tomar de decisiones informadas en la gestión forestal, contribuyendo a la conservación y el uso sostenible de los recursos forestales.

Palabras clave: sistemas de apoyo a la toma de decisiones, manejo forestal, información geoespacial.

ACTIVATION FUNCTIONS IN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR MODELING THE HEIGHT-DIAMETER RELATIONSHIP FOR DURANGO PINE IN DURANGO, MEXICO

Geronimo Quiñonez-Barraza^{1*}, José Villanueva-Díaz², Julian Cerano-Paredes², Juan Carlos Tamarit-Urias³, Jonathan Hernández-Ramos⁴, José Carlos Monarrez-González¹, Ernesto Alonso Rubio-Camacho⁵

¹ Campo Experimental Valle del Guadiana, Centro de Investigación Norte-Centro, INIFAP

² Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera del INIFAP

³ Campo Experimental San Martinito, Centro de Investigación Golfo-Centro, INIFAP

⁴ Campo Experimental Bajío, Centro de Investigación Regional Centro, INIFAP

⁵ Campo Experimental Centro Altos, Centro de Investigación Regional Pacifico-Centro

*Correspondence: gero2723@hotmail.com

One of the most important techniques of Artificial Intelligence is Machine Learning (ML) and the Artificial Neural Networks (ANNs) is a type of ML model inspired by the structure and functioning of the human brain. Some activation functions were tested in ANNs to estimate total tree height using diameter at breast height as an input. The overall dataset considered 11,472 measured trees in 1,00 temporary plots (0.10 ha) for Durango pine species in Durango, Mexico. An unsupervised clustering analysis was using to group the dataset into 10 cluster-groups. The dataset was split into two groups, with 50% for training and 50% for testing. Resilient backpropagation (RBP) was employed to train the ANNs, and tree activation functions were used. The activations functions were; RBPANN-tanh, RBPANN-softplus, and RBPANN-logistic. Statistics such RMSE, BIAS, AIC, BIC and logLik were used to evaluate the models performance. Additionally, a vector ranging from 1 to ten was used as hidden layers in the ANNs. During both the training and testing phases, the RBPANN-tanh activation function demonstrated the most favorable outcomes, whereas the RBPANN-logistic exhibited the least favorable results in both the training and testing sets. RMSE values of 2.8122 m, 2.8431 m, and 2.8486 m were observed for RBPANN-tanh, RBPANN-softplus, and RBPANN-logistic during training, while values of 2.8693 m, 2.8764 m, and 2.8820 m were observed for RBPANN-tanh, RBPANN-softplus, and RBPANN-logistic, respectively, during testing. The ANNs demonstrated excellent performance to estimate total tree height, with the RBPANN-tanh activation function being the preferred choice among the evaluated ANNs.

Key words: Training, Testing, Height-diameter Relationship, Activations Functions, Clustering.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO Y FOTOGRAMETRÍA EN LA IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE PINOS TROPICALES

Guillermo Garcia-Garcia^{1*}, Bernardo Galeote-Leyva¹, Ramiro Puc-Kauil¹, Ezequiel Castillo-Vargas¹, Arely León-López¹, Doralina Hernández-Lechuga¹, Adrián Cime Pool²

¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza

² P.I.M.V.S Tumben Kuxtla, A.C

* Autor para correspondencia: garcia@itsvc.edu.mx

La información sobre los bosques se ha recopilado mediante dos enfoques: 1) a partir de un grupo de árboles para conocer sus características a nivel poblacional, y 2) mediante sensores remotos en superficies grandes y sitios de muestreo. La detección de árboles individuales mediante tecnología aérea no tripulada y algoritmos de aprendizaje profundo permiten aumentar la eficiencia de los dos enfoques anteriores. El objetivo de la investigación fue realizar la detección de árboles mediante algoritmos de aprendizaje basado en objetos para evaluar su precisión en plantaciones de pinos tropicales. El estudio se realizó en una plantación experimental de pinos híbridos tropicales y pinos puros en el municipio de Venustiano Carranza, Puebla. 256 imágenes fueron tomadas con un dron modelo Dji Mini2® a una altura de 40 metros y 85% de sobreposición. Las copas de los pinos se segmentaron y etiquetaron utilizando la herramienta MakeSense y el entrenamiento neuronal convolucional mediante el modelo YOLOv5. El aprendizaje neuronal fue de 50 épocas, evaluándose con un nivel de confianza máximo de 0.65 y un mínimo de 0.11. Los algoritmos de aprendizaje basados en objetos permitieron identificar la ubicación de pinos de forma automática, exacta y precisa. Esta técnica de entrenamiento neuronal puede ser utilizada como una herramienta útil en la clasificación de especies forestales.

Palabras clave: mapeo fotogramétrico, detección de objetos, reconocimiento visual, redes neuronales convolucionales.

HERRAMIENTAS SIG PARA EL ESTUDIO DE LA COBERTURA VEGETAL Y CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA REGIÓN DE LA MONTAÑA DEL ESTADO DE GUERRERO.

Javier Uriel, Gladys Porfirio Mendoza, Agustín Díaz, Vásquez Flores^{1*}

¹ Universidad Intercultural del Estado de Guerrero

* Autor para correspondencia: jinneryareth16032002@gmail.com

Este trabajo se basó en un análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo en la región la Montaña del estado de Guerrero, conformada por diecinueve municipios, los principales grupos indígenas se encuentran los tlapanecos, los mixtecos, los nahuas y los amuzgos. El área de estudio fue de 6,920 km cuadrados la cual ocupa el 10.77% de la superficie total estatal. En un periodo de veintitrés años, tomando imágenes Landsat de los años 2000, 2010 y 2023. El objetivo consistió en generar una cartografía temática, para ello, se cuantificó y analizó las variaciones de cobertura vegetal y tasas de cambio de uso de suelo, a través del procesamiento de imágenes satelitales. La clasificación de las imágenes fue validada por matrices de confusión donde los índices Kappa fueron de 0.80, 0.92 y 0.97, para los respectivos años, reafirmando de esta manera de clasificación. Las tasas de cambio anuales mostraron un crecimiento de 14.04% en las zonas descubiertas/sin presencia de vegetación, 6.59% en pastizales, 18.63% en zonas antrópicas y 1.92% en zonas vegetativas/arbustivas. Por otro lado, para los pajonales y zonas vegetativas/arbustivas disminuyó en un 20.04% y 20.61% respectivamente. Como podemos observar, existe un notable crecimiento en las zonas descubiertas, pastizales y zonas antrópicas, así mismo, vemos un decrecimiento en el volumen de zonas boscosas y pajonales debido a su mal manejo y aumento de actividades tanto pecuarias como agrícolas.

Palabras clave: uso de suelo, cobertura vegetal, kappa, tasa de cambio, imágenes satelitales.

MONITOREO DE LA DENSIDAD DE LA COBERTURA FORESTAL EN EL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL POPOCATÉPETL

Lilia De Lourdes Manzo Delgado^{1*}, José López-García¹, Procopio Sánchez-Vazquez², Marco Antonio López-Vega¹

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Facultad de Ciencias, UNAM

* Autor para correspondencia: llmanzo@xn--geografia-i2a.unam.mx

Este estudio tuvo como objetivo analizar el modelo de densidad del dosel forestal (Forest Canopy Density, por sus siglas en inglés FCD) para identificar seis clases de cobertura: cerra, semicerrada, semiabierta, abierta, deforestada y no forestal. El modelo FCD calculó tres (3) índices: vegetación (NDVI, ABI, SAVI), suelo descubierto y sombras, derivados con las imágenes del satelital Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) del año 2014. Los resultados se validaron con las densidades de cobertura generadas por interpretación visual utilizando imágenes de satélite SPOT-5. Los resultados muestran que el FCD tiene una confiabilidad general del 70%, con errores de omisión y comisión entre 12 y 20% para las densidades cerra, semicerrada, deforestada y no forestal; en tanto que, los errores en las clases restantes variaron entre 60 y 80%, los cuales se atribuyeron a la variabilidad de la respuesta espectral de los bosques templados, en combinación con el gradiente altitudinal y la pendiente. Actualmente se siguen analizando los resultados del FCD para considerar los tipos de vegetación. Los resultados de este estudio ayudarán a monitorear las áreas deforestadas, dar seguimiento a los trabajos de protección y restauración forestal.

Palabras clave: imágenes landat-8 oli, índice de sobra, índice de suelo descubierto, índice de vegetación.



XVI CONGRESO MEXICANO DE RECURSOS FORESTALES

VILLAHERMOSA, TAB. 15-18 NOV. 2023

Organizadores y patrocinadores 2023



Memorias del Congreso Mexicano de Recursos Forestales

La investigación forestal como recurso esencial para el futuro sustentable de los bosques

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