



## **Introducción al simposio ‘Modelación de la distribución de plantas mexicanas: conocimiento y retos ante la pérdida de la biodiversidad’**

Pilar RODRÍGUEZ MORENO<sup>1</sup> y Leonel LÓPEZ-TOLEDO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Coordinación General de Información y Análisis, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 14010, México, D.F, México

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58337, Morelia, Michoacán, México

El conocimiento de la biodiversidad y su estado de conservación es un requisito indispensable para el diseño de planes y políticas de conservación. Para esto, entre otras cosas, es indispensable identificar la distribución geográfica, la abundancia y la dinámica de las poblaciones. Para muchas especies, incluso información básica como la distribución actual no se conoce. Los modelos de nicho ecológico y de distribución de especies pueden ser utilizados para estimar el nicho fundamental de las especies y mapear sus distribuciones potenciales en relación a condiciones ambientales. Información de presencia de las especies obtenidas de herbarios, museos, etc. puede ser utilizada para desarrollar y evaluar estos modelos. En este simposio se presentarán los resultados de diferentes proyectos sobre diferentes grupos de plantas que fueron apoyados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, bajo la convocatoria específica de Modelación de distribución de especies. El objetivo de este simposio es dar a conocer la información generada por estos proyectos, así como contribuir, a partir de esta información, en la identificación de áreas importantes para la conservación de la biodiversidad. Se presentarán ocho diferentes estudios sobre distribución de especies, desde hierbas, epífitas y árboles en México. La información generada será de gran valor para la identificación de áreas importantes para las especies, así como la biodiversidad en general.

**ID\_1563**

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## Distribución, endemismo y conservación de las Bromeliaceae mexicanas

Mario Adolfo ESPEJO SERNA, Ivonne Nayeli GÓMEZ ESCAMILLA, Claudia BALLESTEROS BARRERA y Ana Rosa LÓPEZ-FERRARI

Laboratorio de Sistemática de Monocotiledóneas, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, C.P. 09340, México, D.F., México

Las Bromeliaceae mexicanas están representadas por 19 géneros y 400 especies, 2 y 290 de los cuales son endémicos al país. Analizamos la distribución de estos últimos con base en tres diferentes unidades de área (estados, áreas naturales protegidas nacionales [ANPn] y retícula de 1° x 1°) y en una base de datos con 14,906 registros de especímenes provenientes de 50 herbarios nacionales y extranjeros, de los cuales 5,688 pertenecen a especies endémicas. Nuestros resultados indican que los estados con más especies endémicas son Oaxaca, Guerrero, Puebla, Chiapas y Veracruz. Las ANPn con mayor número de especies endémicas son Tehuacán-Cuicatlán, Cañón de Río Blanco y Valle de Bravo-Temascaltepec. Para el análisis con la retícula, dividimos al país en 258 cuadros de 1° x 1°, 250 correspondientes a superficie continental (1,959,247.98 km<sup>2</sup>) y ocho a superficie insular. Cada cuadro correspondió aproximadamente a 8,000 km<sup>2</sup>. El conteo de registros por cuadro nos permitió establecer que las Bromeliaceae endémicas ocupan 110 cuadros, es decir, cerca de 880,000 km<sup>2</sup>, 44.9 % del territorio nacional. Del total de especies endémicas, 210 (72.1 %) son estenoendémicas, es decir están presentes en 1 a 10 cuadros (ocupan áreas entre 8,000 y 80,000 km<sup>2</sup>), 21 (7.2 %) son arctoendémicas (11-20 cuadros; entre 80,001 y 152,000 km<sup>2</sup>), 2 (0.68 %) son mesoendémicas (21-30 cuadros; entre 152,001 y 232,000 km<sup>2</sup>) y 2 (0.68 %) son euriendémicas (31-40 cuadros; entre 232,001 y 400,000 km<sup>2</sup>). La especie endémica más ampliamente distribuida tiene presencia en 36 cuadros (20.5 % del territorio nacional) y 76 taxa se registran de uno solo (superficies menores a 8,000 km<sup>2</sup>). De estas últimas, sólo 16 están presentes en alguna ANPn. Ciento treinta y cinco especies se encuentran en 51 de las 176 ANPn, por lo que solo 46.5 % de las especies endémicas mexicanas de Bromeliaceae se encuentran bajo algún régimen de conservación.

**ID\_1564**

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## Patrones de distribución geográfica y ecológica de las cícadras de México: la búsqueda de epitafios

Octavio ROJAS SOTO<sup>1</sup>, Fernando NICOLALDE MOREJÓN<sup>2</sup> y Jorge GONZÁLEZ ASTORGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Red de Biología Evolutiva, Instituto de Ecología, A.C., 91070, Xalapa, Veracruz, México

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana, 91190, Xalapa, Veracruz, México

Se realizó un análisis de los patrones geográficos y ecológicos potenciales de las cícadras de México con base en el modelado de sus nichos ecológicos, para identificar aquellas áreas y caracterizar los ambientes de mayor concentración de especies en este grupo. Los resultados muestran que existe una concentración principalmente en el arco de Wendt, en los alrededores de Tabasco, sur de Veracruz y Chiapas, alcanzando hasta 12 especies; algunas otras regiones en el sur de México y la planicie costera del Golfo concentran de cuatro a seis especies. El análisis geográfico por género muestra que *Ceratozamia* es un género propio del sur y sureste de México, *Zamia* es un género del sureste de México pero con presencia en la planicie costera del Pacífico y Yucatán, mientras que *Dioon* es un género principalmente oaxaqueño pero con representantes en el norte y este del país. Ecológicamente la mayoría de las especies se presentan a un altitud entre el nivel del mar hasta 1800 m s.n.m., aunque la mayor riqueza no rebasa la cota de 100 m s.n.m. Esto hace que la selva mediana subperennifolia y la selva alta perennifolia sean los tipos de vegetación con mayor diversidad de cícadras, contrastando con los bosques templados y las zonas áridas, las que tienen tres representantes o menos. La mayoría de las especies son endémicas de México, aunque destaca que casi el 30 % de ellas poseen una distribución muy restringida de menos de 5000 km<sup>2</sup>, e incluso algunas de ellas sólo se conocen de una o dos localidades. La transformación en el uso de suelo, la extracción y comercio ilegal, así como el cambio climático global, hacen de este grupo uno altamente vulnerable que requiere de una atención prioritaria en el manejo y establecimiento de áreas para su conservación.

ID\_1565

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## Modelación de la distribución geográfica de las especies del género *Abies* presentes en México

Juan Pablo JARAMILLO CORREA<sup>1</sup> y Norberto MARTÍNEZ-MÉNDEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, D.F, México

<sup>2</sup>Laboratorio de Ictiología y Limnología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, 11340 México, D.F, México

El género *Abies* (Pinaceae) en México contiene ocho especies, de las cuales seis son endémicas y con una distribución disyunta. Aunque sus bosques abarcan un área relativamente pequeña del territorio nacional, éstos constituyen el cuarto recurso maderable del país y sus usos se extienden de la extracción de trementina a su empleo en medicina tradicional y rituales religiosos. Como consecuencia de su mal manejo, seis especies de *Abies* se encuentran en alguna categoría de riesgo. Además, aún existe controversia taxonómica sobre ciertos taxa, por lo que se necesitan más datos sobre las distribuciones conocida y potencial del género, para ayudar a fortalecer sus programas de conservación. El objetivo del proyecto fue modelar la distribución potencial de todas las especies de *Abies* en México, exceptuando *A. hidalguensis*, ya que de esta especie sólo se conocen dos localidades muy cercanas y hay evidencia que sugiere que debe sinonimizarse en *A. hickelli*. Los datos de colecta procedieron de distintas bases de datos nacionales e internacionales (por ejemplo GBIF). Se utilizaron las 19 variables bioclimáticas disponibles en Worldclim a una resolución espacial de 30 segundos; además se elaboraron de manera independiente capas de orientación y pendiente a la misma resolución por medio de la extensión DEM Surface Tools, en ArcMap10. Los modelos de distribución potencial se construyeron con Maxent 3.3.3 k utilizando un área M correspondiente a las ecorregiones terrestres del mundo que coincidían con la ubicación de las poblaciones de cada especie. Los resultados sugieren que todas las especies del género en México, a excepción de *A. concolor* y *A. durangensis* var. *coahuilensis*, comparten nichos similares caracterizados por inviernos templados y con la mayor precipitación concentrada en el trimestre más cálido del año. Como conclusión se sugiere la ampliación de este estudio para identificar áreas de deterioro bajo distintos escenarios de cambio climático.

ID\_1566

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## Reducción del hábitat climático propicio para *Pinus pseudostrobus* debido al cambio climático

Cauhtémoc SÁENZ-ROMERO<sup>1</sup>, Gerald E. REHFELDT<sup>2</sup>, Dante CASTELLANOS-ACUÑA<sup>1</sup>, Roberto A. LINDIG-CISNEROS<sup>3</sup>, Juan Manuel ORTEGA-RODRÍGUEZ<sup>4</sup>, María Consuelo MARÍN-TOGO<sup>4</sup> y Xavier MADRIGAL-SÁNCHEZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58880 Tarímbaro, Michoacán, México

<sup>2</sup>Forestry Sciences Laboratory, Rocky Mountain Research Station, United States Department of Agriculture, Forest Service, 83843, Moscow, Idaho, Estados Unidos de América

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190 Morelia, Michoacán, México

<sup>4</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58040 Morelia, Michoacán, México

Se desarrolló un modelo bioclimático de *Pinus pseudostrobus* (conífera de gran importancia ecológica y económica en el Eje Neovolcánico) con el objetivo de predecir la distribución contemporánea y futura de su hábitat climático propicio. Se modeló usando Random Forest del programa R, con datos de presencia/ausencia del Inventario Nacional Forestal y datos climáticos de un modelo "spline". Se modeló para el clima contemporáneo (1961-1990), y para los años 2030, 2060 y 2090, con tres modelos de circulación (Canadienses, Hadley y Geofísica de Fluidos) y dos escenarios de emisiones (A2, elevadas emisiones; B1 o B2, bajas emisiones). Los resultados sugieren que para México y Guatemala, el hábitat climático propicio para *P. pseudostrobus* disminuirá en un 51 % en 2030, 68 % en 2060 y 90 % para 2090, y estará presente a mayor altitud que en el clima contemporáneo. Esto indica la necesidad de realinear las poblaciones con los sitios en donde estará presente el clima para el que están adaptadas. Tal realineamiento se exploró mediante un ensayo de migración asistida, para determinar su viabilidad como medida de adaptación al cambio climático. Se colectaron cuatro poblaciones a lo largo de un gradiente altitudinal en los bosques de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, que se plantaron en ensayos de jardín común a tres diferentes altitudes (2100, 2400 y 2700 m s.n.m.). A la edad de dos años, la supervivencia fue del 98 %. Cuando las procedencias se subieron en elevación 300 m (lo sugerido para realinear las poblaciones al clima proyectado para el año 2030), las poblaciones crecieron 15 % menos en comparación con las procedencias locales (disminución del 5 % por cada +100 m de movimiento altitudinal). Esto indica que la migración asistida es viable, al menos en las condiciones del ensayo.

ID\_1567

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## Distribución y estado de conservación del género *Ficus* en México

Leonel LÓPEZ-TOLEDO<sup>1</sup>, Adriana Lizzette LUNA-NIEVES<sup>2</sup>, Ana Susana ESTRADA MÁRQUEZ<sup>3</sup>, Jocelin Yareli CADENA RODRÍGUEZ<sup>3</sup>, José Luis VILLASEÑOR<sup>3</sup>, Guadalupe CORNEJO TENORIO<sup>2</sup> y Guillermo IBARRA MANRÍQUEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58337, Morelia, Michoacán, México

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, 58089, Morelia, Michoacán, México

<sup>3</sup>Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México D.F., México

Disponer de información precisa sobre el área geográfica que ocupan las especies es un paso fundamental para implementar programas para su conservación. Los modelos de nicho ecológico facilitan el mapeo de la distribución potencial de las especies en relación a condiciones ambientales. El género *Ficus* cuenta con un amplio reconocimiento de su importancia ecológica y evolutiva debido a las múltiples interacciones que sostiene con polinizadores y dispersores. En el presente estudio se caracteriza la distribución de 22 especies del género en México con el objetivo de identificar las áreas de mayor riqueza de especies y establecer prioridades para su protección. Se colectó información de la presencia de las especies en el territorio mexicano a partir de la consulta de los especímenes depositados en siete herbarios (ENCB, IEB, MEXU, MO, NY, US y XAL). Con base en la distribución potencial de las especies se encontró que los estados con mayor número de especies son Chiapas y Oaxaca (ambos con 19), seguidos de Veracruz (16) y Puebla (15). Las especies con mayor área de distribución son *F. pertusa* (191,420 km<sup>2</sup>), *F. petiolaris* (156,227 km<sup>2</sup>) y *F. cotinifolia* (135,716 km<sup>2</sup>), respectivamente. Por el contrario, *F. colubrinae*, *F. lapathifolia*, *F. popenoi* y *F. yoponensis* no sobrepasan de 20,000 km<sup>2</sup>. Cuatro reservas de México protegen una alta riqueza de especies (Los Tuxtlas (14 especies), Sierra de Manantlán (10), La Sepultura (10) y Montes Azules (9)). Se proponen localidades prioritarias que permitan conservar un mayor número de especies del género, el cual se ha considerado como un taxón clave en el mantenimiento de las funciones de los bosques tropicales.

ID\_1568

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## **Patrones y procesos asociados al nicho ecológico de las especies del bosque húmedo de montaña en México**

Lauro LOPÉZ-MATA<sup>1</sup>, José Luis VILLASEÑOR<sup>2</sup>, Gustavo CRUZ-CÁRDENAS<sup>2</sup>, Enrique ORTIZ<sup>2</sup> y Joselin CADENA-RODRÍGUEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Botánica, Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México

<sup>2</sup>Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

La modelación del nicho ecológico y la determinación de la distribución de especies son técnicas importantes para el entendimiento y caracterización geográfica y ambiental de su distribución. La mayoría de las aplicaciones de estas herramientas usan datos climáticos de condiciones promedio sobre espacios geográficos y temporales amplios. La caracterización de ambientes basados en el clima presentan autocorrelación espacial, lo que impide la reconstrucción adecuada de la distribución de las especies, además de que el ambiente contiene otros componentes, como por ejemplo los suelos, la topografía o la estructura y la fenología de la vegetación. En esta investigación se modeló, mediante el algoritmo MaxEnt, la distribución potencial de 100 especies características del bosque húmedo de montaña con base en registros de herbarios, recolectas propias y revisión de literatura especializada. Los registros de las especies se sometieron a pruebas de aleatoriedad para disminuir su autocorrelación espacial. Se emplearon 20 variables ambientales: 12 variables climáticas, tres edáficas, dos índices normalizados diferenciales de vegetación y tres atributos del relieve, las cuales se sometieron a un análisis de componentes principales para disminuir su autocorrelación. Los patrones de distribución potencial de las especies indican que el hábitat más adecuado para la distribución potencial de 92 especies lo define un conjunto de cuatro variables: el índice normalizado diferencial de vegetación en los meses secos del año, el pH de los suelos, la temperatura media de los meses húmedos del año y la temperatura media anual. Estas variables ambientales están asociadas a un patrón estacional de verdor o caducidad foliar, inducido por la precipitación durante los meses secos del año, así como por las fluctuaciones estacional y anual de la temperatura. Tales variables representan conjuntamente las condiciones ambientales limitantes dentro de las cuales una proporción alta de especies características de este bosque son capaces de establecerse y persistir indefinidamente.

**ID\_1569**

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**



## **Integración del balance hídrico en la modelación de la distribución de especies de árboles mexicanos**

Duncan GOLICHER y Raúl VACA

El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de las Casas, C.P. 29290 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

La complejidad del sistema natural presenta una serie de retos conceptuales y prácticos para la construcción de modelos predictivos de distribución de especies. Un enfoque que use solamente capas bioclimáticas puede proporcionar una primera aproximación de la distribución potencial de las especies. Sin embargo, los modelos basados en asociaciones empíricas entre la presencia de una especie y un conjunto de variables climáticas sencillas carecen de una interpretación ecológica. Aquí presentamos los resultados de un estudio utilizando modelos semi-mecanísticos para predecir la distribución de más de 2,000 especies de árboles mexicanos. Construimos primero un modelo dinámico de balance hídrico para calcular el contenido y el déficit hídrico del suelo a lo largo del año a una resolución de 5 km x 5 km en todo México y Centroamérica. Se valida este modelo contra una serie de capas MODIS que representan cambios de NDVI a lo largo de 10 años. De la base del modelo de balance hídrico derivamos una serie de variables directamente implicados en el crecimiento y fenología de los árboles. Se usaron estas variables para construir un ensamble de modelos de distribución para cada especie de interés. Comparamos los resultados con las predicciones derivadas de modelos empíricos construidos con datos climáticos sencillos directamente. Validamos ambos clases de modelos con respecto a datos de inventarios independientes. Los resultados mostraron la tendencia de los modelos construidos con capas climáticas a un sobreajuste y se confirma la capacidad de los modelos con una interpretación directa para producir predicciones más confiables. Discutimos las implicaciones de los resultados para la conservación de las especies de árboles endémicos de México.

**ID\_1570**

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**





## **Distribución de plantas de dunas costeras y modificaciones potenciales frente al cambio climático e incremento en el nivel del mar**

Gabriela MENDOZA-GONZÁLEZ<sup>1</sup>, Ma. Luisa MARTÍNEZ<sup>1</sup>, Octavio ROJAS-SOTO<sup>2</sup>, Gabriela VÁZQUEZ<sup>1</sup> y Juan B. GALLEGU-FERNÁNDEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, A. C. 91070, Xalapa, Veracruz, México

<sup>2</sup>Red de Biología Evolutiva, Instituto de Ecología, A. C. 91070, Xalapa, Veracruz, México

<sup>3</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, 41080, Sevilla, España

El cambio climático (CC) y el incremento en el nivel medio del mar (INM) son fenómenos que pueden tener efectos severos en la distribución de la vegetación de dunas costeras. Para explorar esta hipótesis, modelamos los nichos climáticos de seis especies de plantas de dunas costeras que crecen a lo largo de las costas del Golfo de México y la Península de Yucatán y proyectamos los futuros nichos climáticos frente a dos escenarios de CC y proyecciones de INM. Nuestros análisis sugieren que la distribución de plantas de dunas costeras se verá severamente limitada, especialmente en el caso de especies endémicas como *Chamaecrista chamaecristoides* y *Palafoxia lindenii*. Las posibilidades de migración hacia la “nueva línea de costa” estarán restringidas por la presencia de infraestructura humana y la modificación de los ecosistemas por las acciones humanas, lo que llevará a lo que se ha denominado el “apretón costero” de los ecosistemas de la costa. Finalmente, se identificaron zonas que pueden funcionar como refugios potenciales frente a escenarios de CC e INM para las especies estudiadas, ubicados en la región central del Golfo de México y en el norte de la Península de Yucatán.

**ID\_1571**

**Simposio 19: MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MEXICANAS: CONOCIMIENTO Y RETOS ANTE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD**