



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**ANÁLISIS DE MODELOS DE NICHO ECOLÓGICO DE
DISTINTAS ESPECIES DE PLANTAS, COMO FUNDAMENTO
PARA LA REFORMULACIÓN DE LA DENOMINACIÓN DE
ORIGEN DE LAS ARTESANÍAS DE OLINALÁ, GUERRERO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

P R E S E N T A

TERESA ISABEL CASTRO RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. DAVID NAHÚM ESPINOSA ORGANISTA



MÉXICO, D.F., MARZO 2014.

“Nada espléndido ha sido creado
jamás con sangre fría.
Hace falta calor para forjar,
y cada gran logro es el resultado
de un corazón en llamas”

Arnold H. Glasgow.

Agradecimientos

A mi alma máter, la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por brindarme la posibilidad de pertenecer a ella , así como haberme permitido formarme como bióloga y hacerme sentir en todo momento orgullosamente UNAM.

A mi director de tesis, amigo y maestro Dr. David Nahúm Espinosa Organista, por haber creído en mí, dándome la oportunidad de desarrollarme dentro de esta área tan magnífica que es la biogeografía, por su paciencia y sobre todo por haberme enseñado tantas cosas.

Al M. en C. Genaro Montaña Arias por haberme brindado su amistad y por guiarme desde el primer día que comencé a trabajar con él, gracias porque con su apoyo he obtenido muchos logros.

A mis revisores Dr. Arcadio Monroy Ata, M en C. Eliseo Cantellano de Rosas y M en C. Carlos Pérez Malvárez, por sus comentarios y observaciones, para mejorar esta tesis.

Al Dr. Oswaldo Téllez Valdés de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por haber proporcionado los datos de las variables ambientales utilizadas para este estudio.

A todas las personas que se han cruzado en mi camino ya que de una manera u otra he aprendido de ellas.

DEDICATORIA

Siempre serás mi fuerza para seguir adelante.

A mis mamá Cruz, porque es la mujer más trabajadora, dedicada y fuerte que conozco, porque nunca tendré como recompensar todo su esfuerzo; espero nunca defraudarla, y porque no tengo palabras para describirla.... MAMÁ TE AMO.

A mi papa Guillermo, porque nunca me ha dejado sola, por brindarme su apoyo incondicional, por siempre ser fuerte, por todo lo bueno que me enseñó, le deseo lo mejor de la vida y siempre contara con mi apoyo, gracias grillo por ser mi Papá; TE AMO.

A mis hermanos Jannette, Abraham y Guillermo, porque a nuestro modo sé que nos queremos y nos apoyamos siempre, son los mejores hermanos, a mis sobrinos Angelín, Pia y Jarvis porque llenaron nuestras vidas de alegría; LOS ADORO.

A mis primos, Víctor y Melina, a mi Tío Juan y sobre todo a mi Tía Rufi (q.e.p.d.) gracias por su apoyo incondicional, LOS QUIERO MUCHO.

A mis amigos del alma, Isabel (flaca), Carlos Gasca y Ernesto son como mis hermanos gracias por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, por no dejarme caer en los peores momentos, porque sin ustedes nunca hubiera podido salir adelante y estaría sola LOS ADORO Y AMO.

A mis amigos de siempre, Andrea, Yazmin, Alejandra, Liz, Giovanna, Yaneli, Iris, Luis, Carlos Iván, Jaime, Manuel, Jorge y los que no mencione, porque a su lado he vivido los mejores momentos de mi vida, hemos disfrutado, reído y también llorado, los quiero y gracias por ser parte de mi vida.

A mis maestros que también considero mis amigos, Genaro Montaña, David Espinosa y Loraine Matías, gracias por brindarme sus conocimientos y de la misma manera su amistad, por enseñarme también de la vida, gracias por todo, los quiero.

Lo prometido es deuda, intentando ser una mejor persona.....

ÍNDICE

Índice de cuadros.....	vi
Índice de Tablas.....	vii
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Marco teórico.....	4
Zona de estudio.....	10
Objetivo general.....	11
Objetivos particulares.....	11
Método.....	12
Resultados.....	15
Análisis y discusión.....	40
Conclusiones.....	43
Literatura citada.....	44
Anexo.....	49

Índice de cuadros

1.- Métodos utilizados dentro de los modelos predictivos.....	8
2.- Especies manejadas en las artesanías locales y seleccionadas para el análisis de los MDE.....	12
3.- Número de registro y rango de altitudes para cada una de las bases de datos de las diez especies.....	15
4.- Variables ambientales seleccionadas para cada especie.....	23
5.-Delimitación del área de estudio.....	10
6.-Distribución actual de las diez especies en estudio.....	16
7.-Grafica Jackknife para <i>E. americana</i>	17
8.- Grafica Jackknife para <i>C. sulphureus</i>	18
9.- Grafica Jackknife para <i>O. ficus-indica</i>	18
10.- Grafica Jackknife para <i>O. tomentosa</i>	19
11.- Grafica Jackknife para <i>L. siceraria</i>	19
12.- Grafica Jackknife para <i>M. foetida</i>	20
13.- Grafica Jackknife para <i>Q. glaucoides</i>	20
14.- Grafica Jackknife para <i>B. linanoe</i>	21
15.- Grafica Jackknife para <i>S. hispánica</i>	21
16.- Grafica Jackknife para <i>I. suffruticosa</i>	22
17.-Distribución Potencial Actual de <i>E. americana</i>	24
18.-Grafica de la curva ROC de <i>E. americana</i>	24
19.- Distribución Potencial Actual de <i>C. sulphureus</i>	25
20.- Grafica de la curva ROC de <i>C. sulphureus</i>	26
21.- Distribución Potencial Actual de <i>O. ficus-indica</i>	27
22.- Grafica de la curva ROC de <i>O. ficus-indica</i>	27
23.- Distribución Potencial Actual de <i>O. tomentosa</i>	29
24.- Grafica de la curva ROC de <i>O. tomentosa</i>	29
25.- Distribución Potencial Actual de <i>L. siceraria</i>	30
26.- Grafica de la curva ROC de <i>L. siceraria</i>	31
27.- Distribución Potencial Actual de <i>M. foetida</i>	32
28.- Grafica de la curva ROC de <i>M. foetida</i>	32
29.- Distribución Potencial Actual de <i>Q. glaucoides</i>	33
30.- Grafica de la curva ROC de <i>Q. glaucoides</i>	34
31.- Distribución Potencial Actual de <i>B. linanoe</i>	35
32.- Grafica de la curva ROC de <i>B. linanoe</i>	35
33.- Distribución Potencial Actual de <i>S. hispánica</i>	36
34.- Grafica de la curva ROC de <i>S. hispánica</i>	37
35.- Distribución Potencial Actual de <i>I. suffruticosa</i>	38

36.- Grafica de la curva ROC de <i>I. suffruticosa</i>	38
37.- Mapa de sumatorias de las distribuciones potenciales de las diez especies en estudio.....	39

Índice de tablas

1.-Ganancias de cada variable ambiental para <i>E. americana</i>	17
2.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>C. sulphureus</i>	18
3.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>O. ficus-indica</i>	18
4.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>O. tomentosa</i>	19
5.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>L. siceraria</i>	19
6.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>M. foetida</i>	20
7.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>Q. glaucoides</i>	20
8.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>B. linanoe</i>	21
9.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>S. hispánica</i>	21
10.- Ganancias de cada variable ambiental para <i>I. suffruticosa</i>	22

RESUMEN

En México las denominaciones de origen (D.O) son instrumentos legales de protección de la propiedad industrial que han sido utilizadas algunas veces para el desarrollo regional; son pocos los municipios que cuentan con un registro.

Olinalá, Guerrero cuenta con su D.O. para la producción de sus artesanías desde 1994, aunque esta no ha sido útil para los artesanos, por lo que se busca su reformulación. Por ello, este trabajo de tesis es una contribución para fundamentar dicha petición de reformulación, abordando la problemática desde el ámbito biogeográfico.

En la metodología se tomaron como referencia diez especies vegetales utilizadas en la manufactura de las artesanías; a cada especie se le creó una base de datos con información proveniente de CONABIO, GBIF y TRÓPICOS. A partir de esos datos se determinó el área de distribución potencial de cada una de las especies mediante el programa MaxEnt y editados con ArcMap 10.1 para crear el correspondiente modelo de nicho ecológico. Posteriormente se realizó una sumatoria de los diez modelos de distribución potencial en ArcMap 10.1, con la herramienta Map. Calculator, con una clasificación de 0 a 10; donde 0= superposición nula de los modelos de las especies (colores claros en el mapa) y 10= sobreposición de los diez modelos de las especies (color azul en el mapa). La zona de estudio está ubicada en porción oriental de la cuenca del Río Balsas y en la región de la Montaña de Guerrero. En la transición de ambas regiones se localiza el municipio de Olinalá, el cual tiene acceso a una amplia variedad de recursos biológicos tropicales como el lináloe, el guaje, el añil y la pipirucha; a los recursos del clima semicálido, como el xochipal; a los de clima templado, como el encino azul, el colorín y la chía y aún a los de medio semiárido como el nopal.

La denominación de origen de las artesanías de Olinalá tiene fundamento en el uso de recursos biológicos regionales. Los resultados muestran que se cubre suficientemente el requisito de las denominaciones de origen, de acuerdo con la definición del IMPI, en lo que se refiere al vínculo del producto con el medio geográfico natural de la región.

INTRODUCCIÓN

Las indicaciones geográficas (IG) son instrumentos legales de protección de la propiedad industrial que han sido utilizadas algunas veces para el desarrollo regional. Para los productos de elaboración artesanal, el lugar de origen es lo más importante, pues poseen características únicas que las distinguen en calidad, de acuerdo con los recursos utilizados y las técnicas de manufactura tradicionales, así pueden poseer una demanda económica que garantice su permanencia y calidad en el tiempo (Akaki y Tapia 2012).

En México, el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) es la institución que se encarga de reconocer las IG, por medio de dos tipos; las Marcas Colectivas (MCo) y las Denominaciones de Origen (DO). Según el artículo 156 de la Ley de Propiedad Industrial (2013) las DO se definen como “el nombre de una región geográfica del país que sirve para designar un producto originario de la misma, y cuya calidad o característica se debe exclusivamente al medio geográfico, comprendiendo en éste los factores naturales y los humanos...”. La declaratoria que emite el IMPI es por un periodo de 10 años que puede ser renovado al final de éste por la misma duración (LPI 2013).

Los elementos que permiten el reconocimiento de las Denominaciones de Origen son: a) Tecnológicos: son las normas, instituciones y procesos vinculados con el producto (Akaki y Tapia 2012; LPI 2013), b) Organización: son los sistemas de comercialización y comunicación (Akaki y Tapia 2012; LPI 2013) y c) Sociales: productores y las regiones participantes. Es aquí donde entran las indicaciones geográficas, las cuales son signos utilizados para hacer referencia al origen geográfico concreto, cualidades y reputación de los productos que las usan. Tradicionalmente el uso de las indicaciones geográficas se asocia con productos agrícolas y bebidas alcohólicas. Sin embargo, también son utilizadas para hacer evidentes las cualidades específicas que se deben a factores humanos característicos del lugar de origen de los productos, como los conocimientos y técnicas tradicionales de fabricación (Akaki y Tapia 2012; LPI 2013).

Dentro de las denominaciones de Origen que se han expedido en México se encuentra la otorgada a las cajitas laqueadas de la región de Olinalá, Guerrero, concedida el 28 de noviembre de 1994.

La Declaración General de la Protección de la Denominación de Origen de Olinalá (D.O.F. 28 de noviembre de 1994) a la letra dice:

“La materia prima que se utiliza en la manufactura de baúles y cajas de madera, proviene del árbol de lináloe”

Para los artesanos actuales de la región de Olinalá esta D.O. representa una problemática, por dos cuestiones.

1. Tipo de material empleado: si bien es cierto que las cajitas de lináloe son el producto más conocido de la región, éstas no son las únicas artesanías manufacturadas en la zona, también existen las máscaras, charolas, baúles, etc. La denominación actual especifica que las cajas tienen que ser exclusivamente de la madera proveniente de *Bursera aloexylon* (= *B. linanoe*). Sin embargo, el lináloe no es la única materia prima sobre la cual se realizan las artesanías. Dentro de la norma se especifica que se debe limitar una región geográfica para la D.O. En la DO actual se toma como referencia el área de distribución de *B. linanoe*. Esta situación implica que la denominación podría ser utilizada tanto por otros municipios del estado de Guerrero, como por otros estados, tales como, Puebla, Morelos y Oaxaca, donde también crece la planta.
2. Procedimiento incorrecto: cuando se formuló la D.O. de Olinalá no se definió correctamente el procedimiento y los materiales originales, por lo que hace aproximadamente 50 años se comenzaron a sustituir algunas materias primas disminuyendo la vida de las artesanías.

Por ello, para llevar a cabo la reformulación correcta de la Denominación de Origen de Olinalá, es necesario corregir estos dos aspectos, mediante estudios específicos.

MARCO TEÓRICO

Biogeografía.

De acuerdo con Nelson 1985, la biogeografía estudia los patrones espaciales y espacio-temporales de la biodiversidad. Esta disciplina llenó un hueco entre la biología y la geología y su objetivo principal es la descripción y análisis de la distribución de los seres vivos tanto en el momento actual como en un pasado (Espinosa *et al.*, 2002).

La biogeografía surgió como ciencia durante el siglo XVIII. Durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX se tuvieron pocos avances y a partir de los 70's se desarrolló una nueva revolución conceptual (Espinosa *et al.*, 2002). Durante su desarrollo como ciencia, la biogeografía fue relacionándose ampliamente con otras ramas como son: geología, ecología, geografía, lo que dio como resultado que fuera de suma importancia para el manejo y conservación del medio ambiente, con base en la distribución de las especies (Pérez-Rodríguez 2005).

Esta disciplina posee dos vertientes; la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica, las cuales fueron definidas por primera vez por el botánico Agustín P. de Candolle (1820).

La biogeografía ecológica estudia la distribución de las especies en escalas locales y tiempos muy breves; ésta trata de explicar los modelos actuales y recientes de distribución de especies considerando las interacciones entre los organismos y los factores del medio ambiente (Pérez-Rodríguez 2005).

La biogeografía histórica estudia los patrones en escalas espaciales muy amplias y en tiempo geológico; puede dividirse en dos grandes periodos: periodo Darwiniano-Wallaceano y el periodo contemporáneo.

Al periodo Darwiniano-Wallaceano pertenece el dispersalismo donde la idea principal trataba de la dispersión “improbable” sobre una barrera preexistente, con el subsecuente aislamiento y la posterior diferenciación.

Para el periodo contemporáneo, la teoría de la tectónica de placas, la sistemática y el cladismo fueron apoyo para el desarrollo de la biogeografía; puede mencionarse actualmente al menos tres corrientes principales dentro del periodo:

- Biogeografía filogenética: Fue el primer enfoque que utilizó cladogramas para poder inferir la historia biogeográfica de un grupo (Crisci *et al.*, 2000; Espinosa *et al.*, 2002). Hennig (1966) expresó que existe una relación estrecha entre las especies y el espacio que ocupan.
- Biogeografía de la vicarianza: se originó en los años sesentas, retomando los principios de Croizat; su principal expositor es Rosen-Nelson. Es un estudio

histórico que explica que la distribución que poseen los organismos actualmente es el resultado de la interacción de estos organismos (taxa) con la evolución que ha tenido la superficie que habitan (Grande 2002).

- Panbiogeografía: propone que las barreras geográficas evolucionan junto con las biotas; se distinguen dos fases principales: 1) los organismos son móviles y se expanden para poder ocupar el mayor espacio posible; 2) la distribución se estabiliza y comienzan a surgir las barreras hasta llegar a una fragmentación de la población original y se crean dos nuevas poblaciones (Morrone 2000; Espinosa *et al.*, 2002).

Sea cual sea la pregunta biogeográfica y el enfoque utilizado para responderla, la primera etapa por cubrir es la correcta interpretación de la distribución de las especies. De ahí, pueden reconocerse patrones geográficos, ya sea macro ecológicos o históricos.

Distribución geográfica y área de distribución.

Dentro de los estudios biogeográficos, una forma de expresar la distribución es mediante la inferencia del área de distribución de las especies. Una vez que el área de distribución es inferida mediante procedimientos robustos y contrastables, es posible hacer análisis derivados con el reconocimiento de áreas de endemismo, distribuciones disyuntas congruentes y patrones de diversidad espacial alfa y beta, entre otros (Zunino y Zullini, 2003).

Cabrera y Willink (1973) reconocen operativamente a un área de distribución en el mapa como la superficie que encierra el conjunto de localidades donde el taxón ha sido recolectado. El tamaño, forma y continuidad de un área de distribución depende de las condiciones bióticas (capacidad de las poblaciones para adaptarse a nuevas condiciones e interacciones con otras especies) y abióticas (características climáticas, edáficas y topográficas), tanto actuales como pasadas. A pesar de tal definición, inferir la distribución de una especie no es una tarea sencilla. Debido a esto, surge la necesidad de aplicar algún método para determinar las áreas de una manera objetiva (Espinosa *et al.*, 2002). Existen tres métodos: a) Cartográfico: consiste básicamente en emplear cuadrículas sobre un mapa y rellenar los espacios donde se encuentran las localidades de una especie (Espinosa *et al.*, 2002), b) Areográfico estudia la forma, tamaño, continuidad y ubicación geográfica de las áreas de distribución de las especies. Estas áreas se delimitan utilizando los sitios donde se han recolectado muestras de poblaciones de las especies y usa la técnica de extrapolación y generalización, c) Panbiogeográfico: consiste en representar las distribuciones de los diferentes taxones en un mapa; se marcan las localidades donde han sido colectados por medio de puntos. Luego, éstas se conectan por medio de líneas, teniendo en cuenta que la suma de los segmentos tenga la distancia

mínima. A esto se le denominó “trazo individual”. Si los trazos individuales de diferentes taxones se superponen, entonces se forma un “trazo generalizado”, el cual indica la existencia de una biota ancestral. Cuando dos o más trazos generalizados convergen se forma lo que se llamó “nodo”, el cual muestra que dos o más fragmentos ya sean bióticos o y/o geológicos se interrelacionan en espacio-tiempo para dar un área compuesta (Crisci *et al.*, 2000).

Modelos de nicho ecológico y sistemas de información geográfica (SIG.).

Los Sistemas de información geográfica son un conjunto de herramientas de cómputo y datos geográficos los cuales permiten capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar la información de una manera más eficiente (Mateo 2008). Los SIG. generan mapas digitales, por tal motivo se trabajan conjuntamente con numerosas bases de datos con información de diversa índole (clima, suelo, vegetación, topografía, u otros), la cual es separada por el sistema en diversas capas temáticas, para poder trabajar de una forma eficiente (Soria *et al.*, 1998).

Las perspectivas de la aplicación de los SIG. son prácticamente ilimitadas y se incorporan a diversos campos de estudio (Eustaquio y Quispe 1995). La conservación de la biodiversidad se ha considerado una prioridad para las aplicaciones de estos sistemas, enfocándose en el desarrollo de algoritmos para caracterizar la distribución geográfica de las especies y priorizar áreas para la conservación (Peterson *et al.*, 2000).

Los sistemas de información geográfica y el perfeccionamiento de técnicas estadísticas han permitido que en los últimos tiempos se desarrollen herramientas para el análisis de los patrones espaciales de presencia y ausencia de especies: los modelos de distribución de especies (Foody 2008; Franklin 1995; Guisan y Zimmermann 2000; Rushton *et al.*, 2004).

En la literatura existe un debate, hasta cierto grado semántico (Elith y Leathwick 2009; Franklin 2009) sobre el nombre correcto para el proceso de generación de modelos áreas de distribución potencial de las especies. Se han usado términos como modelos de nicho ecológico (*ENM*) y modelos de distribución de especies (*SDM*) entre otros.

Cuando se intenta modelar el área ocupada G_0 , lo natural es hablar de *SDM*. Si se intenta modelar las áreas potenciales A (región donde se encuentran las condiciones abióticas favorables a una especie) o G_I (región en donde, además de condiciones abióticas favorables, existe un ambiente biótico adecuado para la especie), entonces lo lógico es usar el término *ENM* (CONABIO y Universidad de Kansas 2013).

Se deben de tener claras tres cosas: 1) Existen al menos tres clases de nichos Grinnelianos (el fundamental, el fundamental existente y el realizado), 2) Existen al menos tres áreas de interés (la ocupada, la potencial y la invadible), y 3) Modelar nichos no es igual a modelar áreas; los nichos son subconjuntos de E (Un espacio abstracto, compuesto por las n variables abióticas utilizadas para representar las condiciones ambientales que una especie tolera) y las áreas son subconjuntos de G (una región del planeta, expresada como una retícula en un sistema de información geográfica, un espacio G tiene una extensión y una resolución) (CONABIO y Universidad de Kansas 2013)

El nicho fundamental se define como el conjunto de factores abióticos e interacciones bióticas que permiten que una especie sobreviva (CONABIO y Universidad de Kansas 2013; Peterson *et al.*, 2011) mientras que el área de distribución de una especie como ya se mencionó es el conjunto de localidades donde el taxón ha sido recolectado (Cabrera y Willink 1973).

De acuerdo con Soberón y Peterson (2005), el valor de estos modelos para la conservación es que 1) indica sitios potenciales para realizar exploraciones directas, 2) entrega lineamientos para determinar el comportamiento de las especies frente a alteraciones exógenas, principalmente antrópicas y 3) entrega información sobre sitios a conservar. El resultado de un *SDM* es la representación espacial de los hábitats favorables para la presencia de la especie (Guisan y Zimmermann 2000; Mateo *et al.*, 2011; Morales 2012).

Para obtener el área de distribución potencial se necesitan datos donde se halla registrado la distribución de la especie de interés, los cuales se asocian matemática o estadísticamente con diferentes variables independientes, las cuales describen las condiciones ambientales del área de estudio; de existir una relación se realiza una extrapolación al resto del área y se obtiene un valor de cada lugar donde existe la probabilidad por las condiciones de que la especie esté presente (Mateo *et al.*, 2011). Los modelos son divididos en dos categorías (Urbina-Cardona 2010):

- Modelos mecanicistas (explicativos): sus predicciones están basadas en relaciones de causa-efecto.
- Modelos estadísticos/correlativos (predictivos): son correlaciones entre las variables y la distribución de las especies; los métodos utilizados dentro de estos modelos se dividen en tres grupos principales presentados en el cuadro 1.
-

Cuadro 1. Métodos utilizados dentro de los modelos predictivos.		
Métodos discriminantes	Métodos de perfil	Métodos de solo presencia
Relacionan una variable dependiente que posea solo dos valores posibles, presencia o ausencia; con variables independientes.	Comparan las condiciones ambientales en las zonas de presencia con las condiciones ambientales del área de estudio.	Fueron las primeras utilizadas en modelización.
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis discriminante (Lachenbruch, 1975). • Regresión logística (Hosmer y Lemeshow, 1989). • Función de favorabilidad (Real <i>et al.</i>, 2006). • Modelos aditivos generalizados GAM (Hastie y Tibshirani, 1990). 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis factorial de nicho ecológico (ENFA: Perrin, 1984; Hirzel <i>et al.</i>, 2002). • Modelo de máxima entropía Maxent (Phillips <i>et al.</i>, 2004). • Algoritmo genético para la producción de conjuntos de reglas GARP (Stockwell y Noble, 1992). 	<ul style="list-style-type: none"> • BIOCLIM (Busby 1986, 1991). • ANUCLIM (Houlder <i>et al.</i> 1999) • BIOMAP (Nix y Switzer, 1991). • HABITAT (Walker y Cocks, 1991). • FLORAMAP (Jones y Gladkov, 1999).

Para llevar a cabo este tipo de análisis es necesario contar con datos georreferenciados de las distribuciones de las especies y variables ambientales del área de estudio (García 2008). Los datos georreferenciados son los datos referentes a la distribución de especies. Puede incluir sólo datos de presencias (Olivier y Wotherspoon 2006; Ottaviani *et al.*, 2004; Tsoar *et al.*, 2007; Zaniwski *et al.*, 2002), de presencias y ausencias (Elith *et al.*, 2006; Graham *et al.*, 2008; Manel *et al.*, 2001) o datos de abundancia (Cawsey *et al.*, 2002; Guisan *et al.*, 1998; Guisan y Harrell 2000; Leathwick 2001; Pearce y Ferrier 2001). Las variables climáticas son los factores medioambientales que tienen un efecto sobre la distribución de la especie, ya sea de una forma directa o indirecta (Guisan y Zimmermann 2000). Las más utilizadas son el conjunto de 19 variables predefinidas disponibles en la base de datos global de superficies climáticas *Worldclim* (Hijmans *et al.*, 2005).

Aunque teóricamente se requieren de datos funcionales de las especies y de datos eco fisiológico para ubicar los rangos de distribución más probables de las especies, hasta el momento ningún modelo los han incorporado. Los MDE pueden generarse, en un principio, con cualquier clasificador estadístico dependiendo del tipo de variables que se posean (Urbina-Cardona 2010). Entre estos estadísticos encontramos el algoritmo Maxent.

Modelo de máxima entropía- MaxEnt.

El modelo MaxEnt utiliza una serie de registros espaciales (latitud-longitud) combinadas con una serie de características ambientales (variables climáticas). El modelo estima la distribución potencial de las especies con base en la localización de la distribución de máxima entropía (la distribución más próxima a la uniforme) (Bolívar 2009; Phillips *et al.*, 2006).

Maxent tiene ventajas tales como: a) requiere solo datos de presencia, b) puede incorporar las interacciones entre diferentes variables, c) Maxent proporciona un enfoque generativo, en lugar de discriminativo, por lo cual es idóneo cuando se poseen bases de datos limitadas (Mateo *et al.*, 2011; Phillips *et al.*, 2006).

Las variables climáticas poseen otro aspecto con igual importancia que el modelo, debido a que algunas tienen mayor importancia que otras, esto depende de las especies de estudio y del área de estudio.

Si el área de estudio es grande se necesitan variables que describirán factores climáticos amplios, sin embargo si el área es pequeña se necesitan variables que expliquen la distribución de recursos y variaciones microtopográficas (Mateo *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2009).

Denominaciones de Origen.

La biogeografía y los sistemas de información geográfica sirven como herramientas para la obtención de las denominaciones de origen. Como ya se mencionó, las *DO* son nombres de una región, que sirven para designar un producto de dicha región y cuya calidad o característica se deben fundamentar exclusivamente al medio geográfico y cuya producción, transformación y elaboración se realicen en la zona geográfica delimitada (LPI 2013).

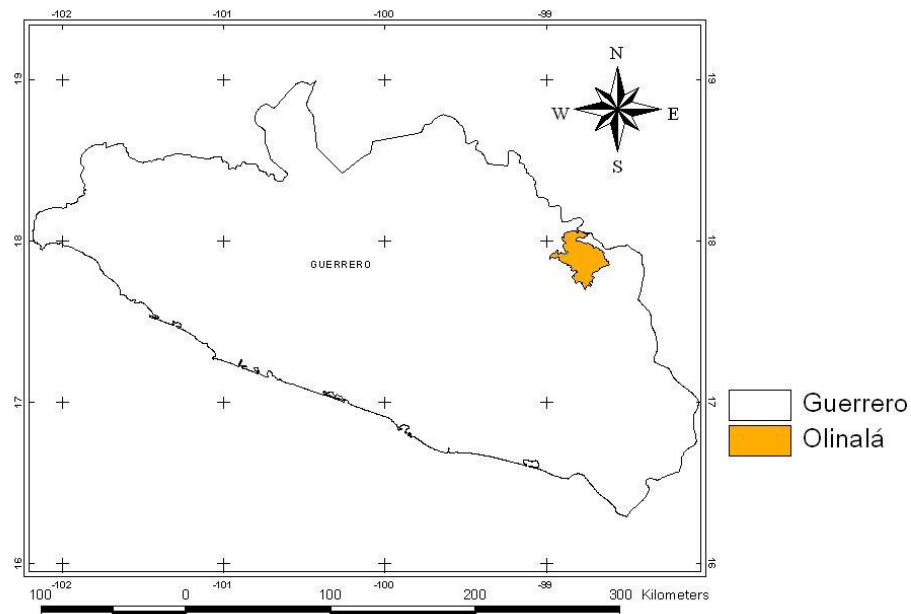
Las denominaciones de origen son creadores de riquezas económica y cultural, y factores de integración social. Tienen como función asegurar la calidad y originalidad de sus productos protegidos, debido, en esencia, al área geográfica de la que proceden y a su modo de elaboración, se revela como un sistema eficaz para la tutela de los intereses de los consumidores.

ZONA DE ESTUDIO

El estado de Guerrero (México) se encuentra dividido en siete grandes regiones: Acapulco, Centro, Norte, Tierra Caliente, Costa Chica, Costa Grande y la región de la Montaña. En esta última región es donde se ubica la zona de estudio de este trabajo: Olinalá.

El municipio de Olinalá (Figura 1) se localiza al noroeste de Chilpancingo, entre los paralelos $17^{\circ}43'$ y $18^{\circ}4'$ norte y entre los $98^{\circ}39'$ de longitud oeste, colindando al norte con el estado de Puebla, al sur con Cualac, al oeste con Ahuacotzingo y Copalillo, y al este con Huamuxtlán. En todos estos municipios del estado de Guerrero encontramos climas: Aw", A(C) w" y C, cálidos subhúmedos, semicálidos subhúmedos y templado, con lluvias de verano (junio a septiembre). La temperatura media anual es de 22°C y oscilación térmica entre los 5 y 7°C . La vegetación predominante es la selva baja caducifolia en el norte del municipio y bosques de encino y mixtos de pino-encino hacia el sur.

Los recursos hidrológicos del municipio de Olinalá están integrados por los ríos Tlapaneco y Mezcala, su orografía está compuesta en un 30.0% por zonas accidentadas, las zonas semiplanas ocupan un 35.0% de la superficie y las planas abarcan el 35.0%. Entre sus elevaciones destacan los cerros Temayo, Cocotepec, Tzompepeltzin y Omoltzin. Los suelos predominantes en el municipio son café-grisáceos rojizos <http://www.olinala.guerrero.gob.mx/>.



Cuadro 5. Delimitación del área de estudio

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar y analizar los modelos de nicho ecológico de diferentes especies utilizadas en las artesanías de Olinalá, Guerrero, para fundamentar el carácter regional, tanto de las artesanías, como de sus insumos, como base para la reformulación de la denominación de origen de ellas desde el punto de vista biocultural.

Objetivos particulares

- Generar modelos de nicho ecológico.
- Generar y evaluar los modelos de nicho ecológico de 10 especies útiles dentro de las artesanías.
- Vincular la información obtenida de los MDE, para sustentar la reformulación de la denominación de Origen de Olinalá Guerrero.
- Mediante la obtención de mapas de distribución potencial de 10 de las especies más utilizadas en las artesanías de Olinalá, Gro., replantear el uso de *B. linanoe* como la principal materia prima para su producción.

MÉTODO

Este trabajo consistió de dos fases: trabajo de campo y trabajo de gabinete.

- Fase de campo: Se realizó una salida de campo a Olinalá, Gro., en la cual se tuvo contacto con los artesanos de la localidad, los cuales, nos proporcionaron los nombres comunes de los recursos naturales utilizados en cada una de las etapas de elaboración de las diferentes artesanías; estos datos fueron registrados, para la posterior identificación de los nombres científicos.
- Fase de gabinete: Con base en la información obtenida, se escogieron diez especies utilizadas, las cuales son específicamente especies vegetales. Se realizó una revisión bibliográfica la cual incluyó tanto datos históricos, como nombres científicos de cada una de las especie (cuadro 2), con dicha información se crearon fichas descriptivas de las especies (ANEXO).

ESPECIES EN ESTUDIO

CUADRO 2. Especies manejadas en las artesanías locales; seleccionadas para el análisis de los MDE (ver anexo)		
Nombre científico	Nombre común	Uso en las artesanías
<i>Erythrina americana</i> Mille.	colorín o tzompantle	Base para máscaras de tigre
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	xochipal	Colorante verde y amarillo
<i>Opuntia ficus-indica</i> L.	nopal	Medio de propagación de la grana cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i> Costa)
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	nopal	Medio de propagación de la grana cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i> Costa)
<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl	guaje	Base de jícara
<i>Manihot foetida</i> (Kunth)Pohl	pipirucha	Figuras de madera tallada
<i>Quercus glaucoides</i> Mart. &Gal.	encino azul	Colorante negro
<i>Bursera linanoe</i> (La Llave) Rzed., Calderón & Medina	lináloe	Base estructural para cajitas y aceite esencial
<i>Salvia hispánica</i> L.	chía	Extracto de aceite
<i>Indigofera suffruticosa</i> P. Mill.	añil	Colorante azul

Bases de datos de distribución de las diez especies en estudio.

Se construyó una base de datos para cada especie en el programa Microsoft® Excel (2010); la información se obtuvo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Trópicos <http://www.tropicos.org/> y Global Biodiversity Information Facility (GBIF) <http://www.gbif.org/>.

Las bases de datos fueron depuradas con base en la literatura taxonómica de cada una de las especies. Se eliminaron sinonimias, así como duplicados de las localidades, y se les incorporaron datos de altitudes.

Áreas de distribución potencial- MaxEnt.

Para poder obtener los mapas de distribución potencial mediante el programa MaxEnt se utilizaron los datos de longitud y latitud así como el nombre de la especie de las bases de datos y fueron guardadas en formato csv.

Se corrió la primera prueba de mapas con MaxEnt, para la cual se utilizaron las 19 variables obtenidas de BIOCLIM <http://www.worldclim.org/bioclim>; el modelo se configuró con la opción Jackknife y porcentajes de ganancias de cada una de las variables para cada una de las diez especies.

Las 19 variables fueron rotuladas con abreviaturas para su identificación: **edt**= estacionalidad de la temperatura; **ep**= estacionalidad de la precipitación; **iso**= isothermalidad; **oat**= oscilación anual de la temperatura; **odt**= oscilación diurna de la temperatura; **pa**= precipitación anual; **pcc**= precipitación del cuatrimestre más caliente; **pcf**= precipitación del cuatrimestre más frío; **pell**= precipitación del cuatrimestre más lluvioso; **pcs**= precipitación del cuatrimestre más seco; **ppll**= precipitación del periodo más húmedo; **pps**= precipitación del periodo más seco; **tcc**= temperatura promedio del cuatrimestre más cálido; **tmppc**= temperatura máxima promedio del periodo más cálido; **tpa**= temperatura media anual; **tpcf**= temperatura promedio del cuatrimestre más frío; **tpcs**= temperatura promedio del cuatrimestre más seco; **tpell**= temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso; **tppf**= temperatura mínima promedio del periodo más frío.

Después de haber obtenido los datos de ganancias de las variables se aplicó la ecuación para medias, con la finalidad de saber que variables se encontraban por arriba de la media y ser utilizadas para los mapas finales; así se seleccionó un grupo de variables para cada especie.

$$X = \frac{\text{suma de la ganancia de las variables}}{\text{número total de variables}}$$

Después de tener el conjunto de variables climáticas para cada una de las diez especies, se generaron los mapas de distribución potencial para cada especie.

En ArcMap 10.1 fueron seleccionadas dos capas de modelos de elevación digital, para proporcionar relieve al modelo final, los archivos con extensión .asc arrojados por MaxEnt en cada una de las especies fue separado en una carpeta diferente de donde

fueron subidos a la plataforma de ArcMap 10.1. Después, cada modelo fue reclasificado para obtener las diferentes tonalidades que exhiben el nivel de probabilidad de distribución de cada una de las especies. Los mapas fueron guardados en una extensión JPEG para incluirlos en este escrito.

Cada mapa fue analizado junto con su gráfica de la **Curva ROC**, la cual igualmente se obtiene de los datos que proporciona MaxEnt.

Para tener indicadores cuantitativos de la fidelidad de los modelos son importantes las curvas ROC (características de operación del receptor), dentro de las cuales se analizan los valores AUC (área bajo la curva). Si estos valores se aproximan a 1, se puede decir que el modelo ha rendido resultados satisfactorios.

Para el mapa final, se realizó una sumatoria de los diez modelos de distribución potencial en ArcMap 10.1, con la herramienta Map. Calculator, con una clasificación de 0 a 10; donde 0= ninguna sobreposición de los modelos de las especies (colores claros en el mapa) y 10= sobreposición de los diez modelos de las especies (color azul en el mapa), se agregaron las dos capas de Modelos de elevación digital y fue guardado con extensión .jpeg

RESULTADOS

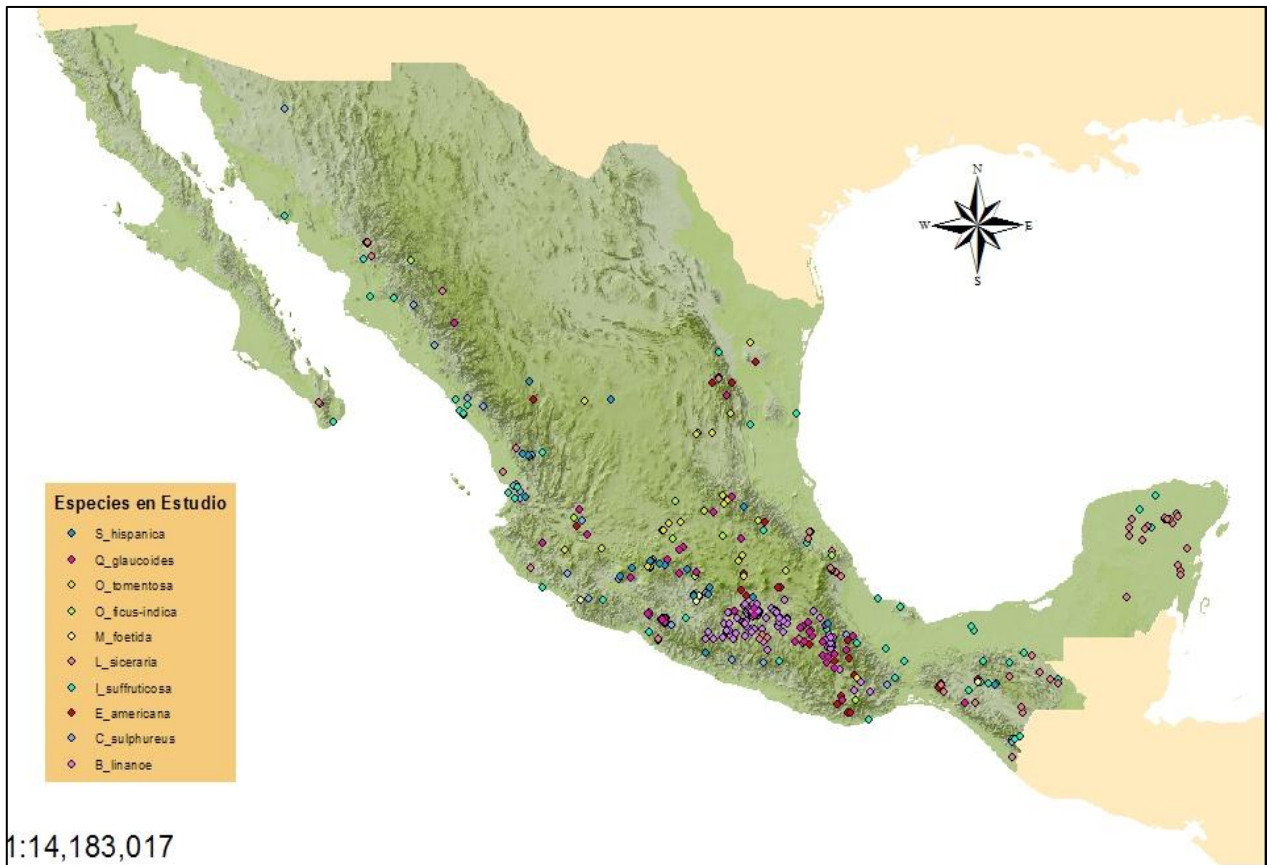
Bases de datos.

Se obtuvo una base de datos por cada una de las diez especies en estudio (Cuadro3).

Las bases de datos de cada especie fueron depuradas, eliminando sinonimias, actualizando nombres científicos de acuerdo con literatura taxonómica, y eliminando localidades inconsistentes. Cada registro de las diez bases de datos cuenta con localidad, municipio, estado, fecha de colecta, colector, latitud, longitud, altitud y el nombre de la colección científica donde se encuentra cada ejemplar.

CUADRO 3. Número de registro y rango de altitudes para cada una de las bases de datos de las diez especies.		
ESPECIE	Nº DE REGISTROS	ALTITUD
<i>Erythrina americana</i> Mille.	28	200-2600
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	28	400-2000
<i>Opuntia ficus-indica</i> L.	8	600-2200
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	32	200-3000
<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl	64	200-1600
<i>Manihot foetida</i> (Kunth)Pohl	6	600-1000
<i>Quercus glaucooides</i> Mart. &Gal.	54	800-2200
<i>Bursera linanoe</i> (La Llave) Rzed., Calderón & Medina	130	600-2000
<i>Salvia hispánica</i> L.	23	1400-2600
<i>Indigofera suffruticosa</i> P. Mill.	51	100-2200

- Área de distribución actual de las diez especies utilizadas como materia prima para la elaboración de artículos artesanales dentro de la región de Olinalá, Guerrero; México (Figura 2).



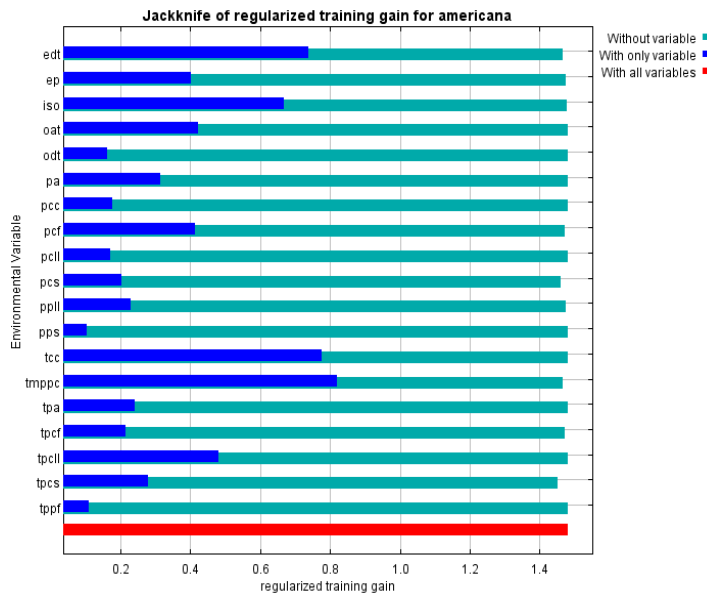
Cuadro 6. Mapa de localidades obtenidas, en México, de las diez especies en estudio.

Variables ambientales.

A partir de los datos recopilados de los primeros modelos y de las gráficas de Jackknife arrojados por MaxEnt se obtuvieron las ganancias que aportaban cada una de las variables a los modelos de cada una de las diez especies en estudio (Cuadro 4).

➤ Media para las ganancias de *Erythrina americana* Mille.

$$\bar{X} = 6.93/19 = \mathbf{0.3663}$$



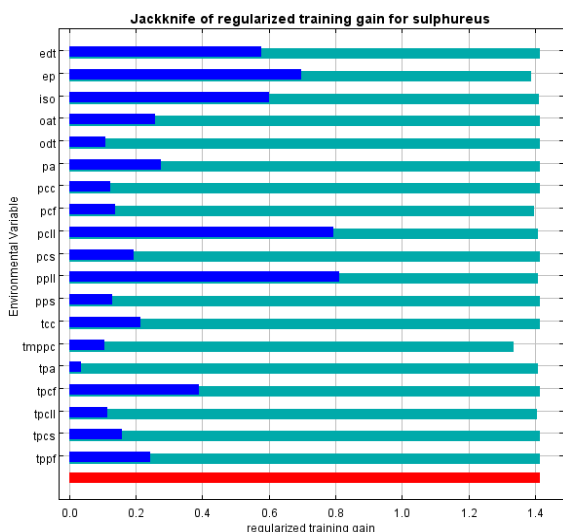
Cuadro 7: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Erythrina americana* Mille

	A	B
1	Training gain with only edt	0.7389
2	Training gain with only ep	0.402
3	Training gain with only iso	0.6675
4	Training gain with only oat	0.4232
5	Training gain with only odt	0.1632
6	Training gain with only pa	0.3147
7	Training gain with only pcc	0.1771
8	Training gain with only pcf	0.4146
9	Training gain with only pcli	0.1715
10	Training gain with only pcs	0.202
11	Training gain with only pcli	0.2293
12	Training gain with only pps	0.1042
13	Training gain with only tcc	0.7769
14	Training gain with only tmppc	0.8211
15	Training gain with only tpa	0.2416
16	Training gain with only tpcf	0.2139
17	Training gain with only tpcli	0.4799
18	Training gain with only tpcs	0.2792
19	Training gain with only tppf	0.1092
20		
21	SUMA	6.93

Tabla 1: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Erythrina americana* Mille.

➤ **Media para las ganancias de *Cosmos sulphureus* Cav.**

$$X = 5.9844 / 19 = 0.3149$$



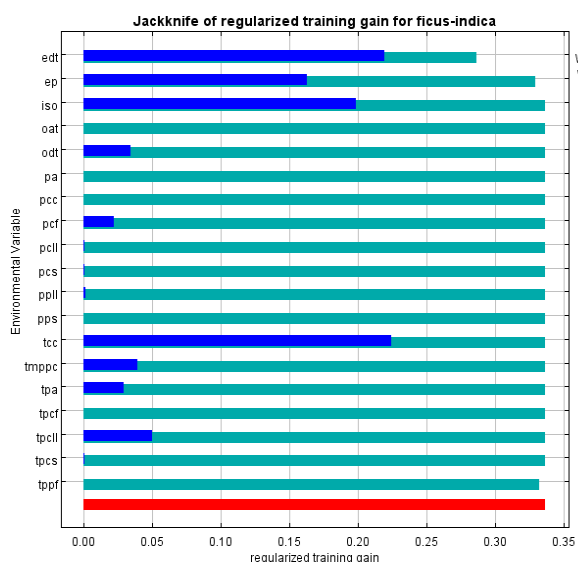
Cuadro 8: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Cosmos sulphureus* Cav.

	A	B
1	Training gain with only edt	0.5771
2	Training gain with only ep	0.6981
3	Training gain with only iso	0.6015
4	Training gain with only oat	0.2586
5	Training gain with only odt	0.1083
6	Training gain with only pa	0.2754
7	Training gain with only pcc	0.1254
8	Training gain with only pcf	0.1382
9	Training gain with only pcll	0.7959
10	Training gain with only pcs	0.1935
11	Training gain with only ppil	0.8135
12	Training gain with only pps	0.1294
13	Training gain with only tcc	0.2157
14	Training gain with only tmppc	0.1076
15	Training gain with only tpa	0.0366
16	Training gain with only tpcf	0.3918
17	Training gain with only tpcll	0.1146
18	Training gain with only tpcs	0.1585
19	Training gain with only tppf	0.2447
20		
21	SUMA	5.9844

Tabla 2: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Cosmos sulphureus* Cav.

➤ **Media para las ganancias de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller**

$$X = 0.9841 / 19 = 0.05179$$



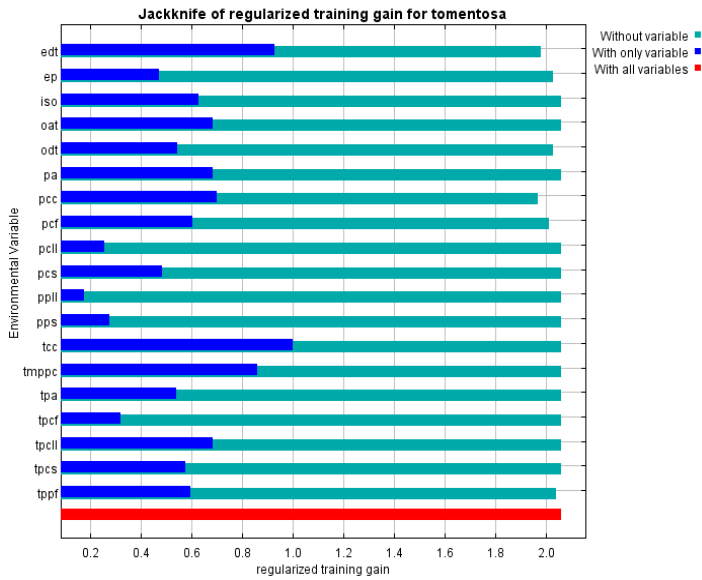
Cuadro 9: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Opuntia ficus-indica*

	A	B
2	Training gain with only ep	0.1626
3	Training gain with only iso	0.1984
4	Training gain with only oat	0
5	Training gain with only odt	0.0341
6	Training gain with only pa	0
7	Training gain with only pcc	0
8	Training gain with only pcf	0.0224
9	Training gain with only pcll	0.0006
10	Training gain with only pcs	0.0008
11	Training gain with only ppil	0.0013
12	Training gain with only pps	0
13	Training gain with only tcc	0.2247
14	Training gain with only tmppc	0.0393
15	Training gain with only tpa	0.0293
16	Training gain with only tpcf	0
17	Training gain with only tpcll	0.0503
18	Training gain with only tpcs	0.0009
19	Training gain with only tppf	0
20		
21	SUMA	0.9841

Tabla 3: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Opuntia ficus-indica*

➤ **Media para las ganancias de *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck**

$$X = 10.9919/19 = 0.5785$$



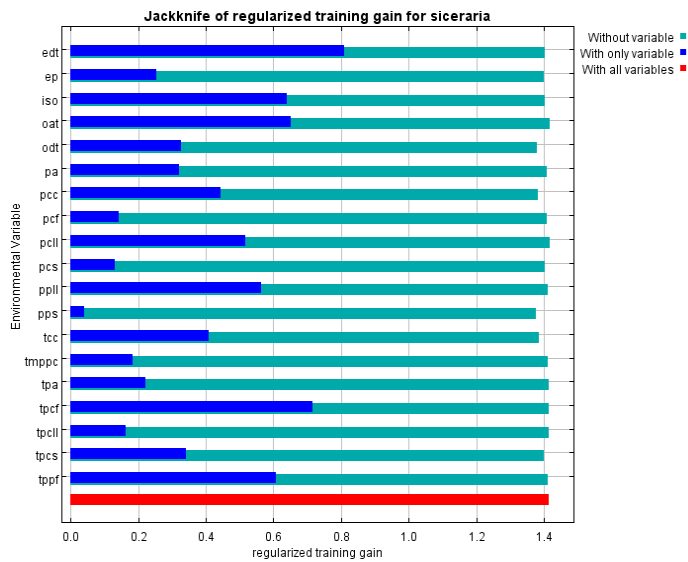
Cuadro 10: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Opuntia tomentosa*

	A	B
1	Training gain with only edt	0.928
2	Training gain with only ep	0.4703
3	Training gain with only iso	0.6278
4	Training gain with only oat	0.6819
5	Training gain with only odt	0.5441
6	Training gain with only pa	0.6823
7	Training gain with only pcc	0.6987
8	Training gain with only pcf	0.602
9	Training gain with only pcell	0.2541
10	Training gain with only pcs	0.4841
11	Training gain with only ppil	0.1753
12	Training gain with only pps	0.2733
13	Training gain with only tcc	1.0002
14	Training gain with only tmppc	0.8612
15	Training gain with only tpa	0.5374
16	Training gain with only tpcf	0.3189
17	Training gain with only tpcil	0.6823
18	Training gain with only tpcs	0.5748
19	Training gain with only tppf	0.5952
20		
21	SUMA	10.9919

Tabla 4: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Opuntia tomentosa*.

➤ **Media para las ganancias de *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl**

$$X = 7.486/19 = 0.394$$



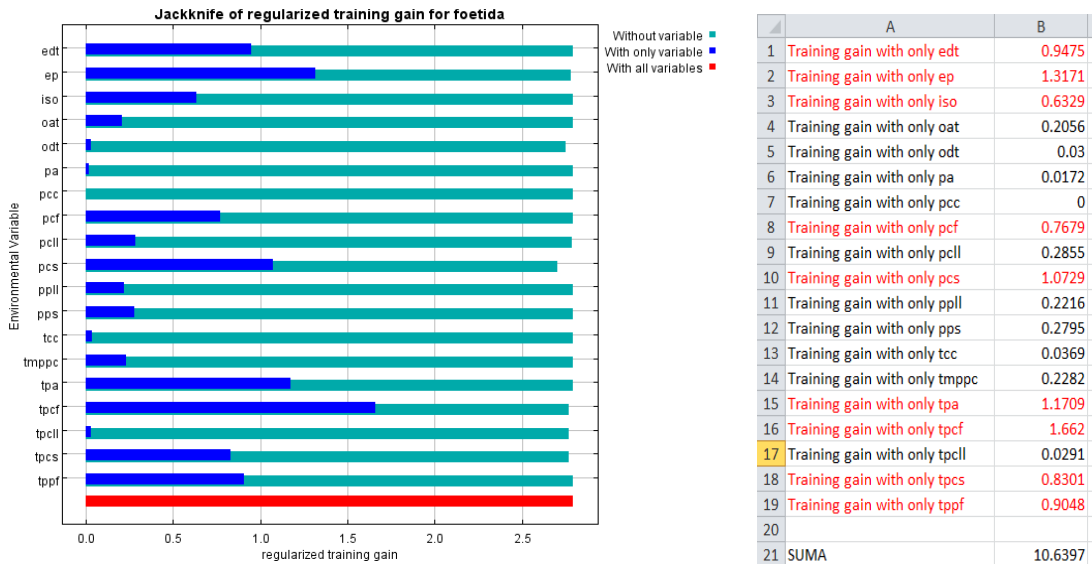
Cuadro 11: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Lagenaria siceraria*

	A	B
1	Training gain with only edt	0.81
2	Training gain with only ep	0.2542
3	Training gain with only iso	0.6397
4	Training gain with only oat	0.6517
5	Training gain with only odt	0.3282
6	Training gain with only pa	0.3215
7	Training gain with only pcc	0.4438
8	Training gain with only pcf	0.1442
9	Training gain with only pcell	0.5154
10	Training gain with only pcs	0.1318
11	Training gain with only ppil	0.5638
12	Training gain with only pps	0.0407
13	Training gain with only tcc	0.4091
14	Training gain with only tmppc	0.1829
15	Training gain with only tpa	0.2213
16	Training gain with only tpcf	0.7156
17	Training gain with only tpcil	0.1626
18	Training gain with only tpcs	0.3415
19	Training gain with only tppf	0.608
20		
21	SUMA	7.486

Tabla 5: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Lagenaria siceraria*.

Manihot

$$X = 10.6397/19 = 0.5599$$

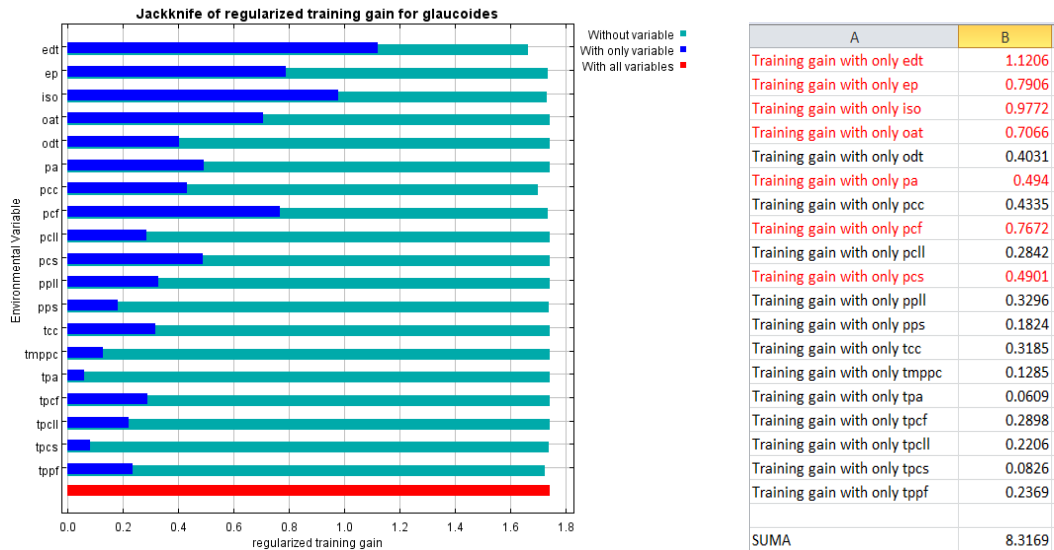


Cuadro 12: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Manihot foetida*

Tabla 6: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Manihot foetida*

➤ **Media para las ganancias de *Quercus glaucooides* Mart. & Gal.**

$$X = 8.3169/19 = 0.4377$$

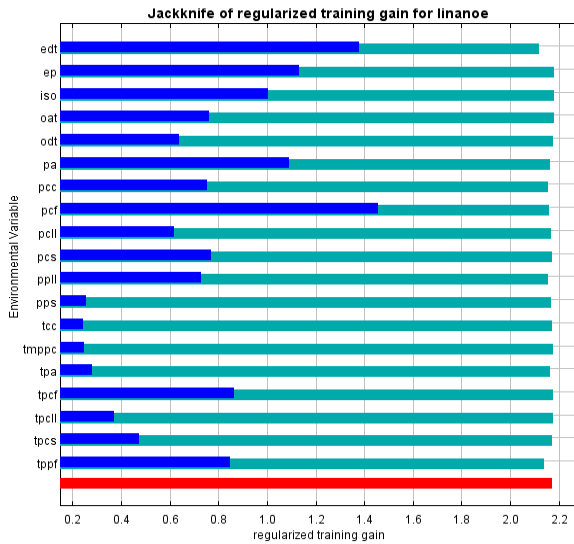


Cuadro 13: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Quercus glaucooides*

Tabla 7: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Quercus glaucooides*

➤ **MEDIA PARA LAS GANANCIAS DE *Quercus glaucooides* Mart. & Gal. Calderón & Medina.**

$$X = 13.9186/19 = 0.7325$$



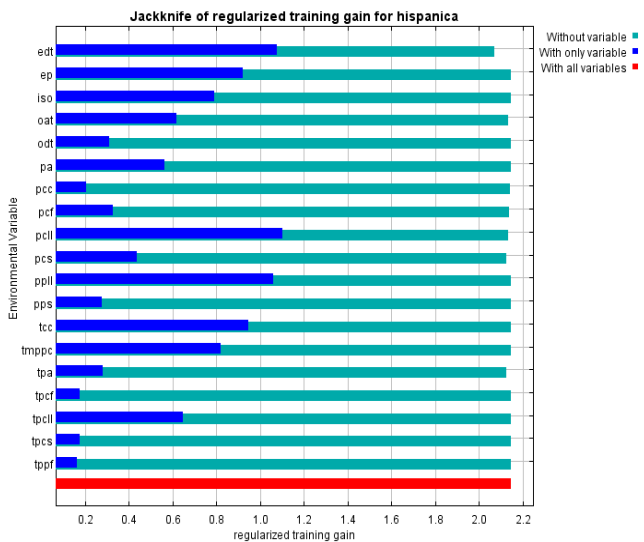
Cuadro 14: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Bursera linanoe*

	A	B
1	Training gain with only edt	1.3783
2	Training gain with only ep	1.1317
3	Training gain with only iso	1.0051
4	Training gain with only oat	0.76
5	Training gain with only odt	0.6399
6	Training gain with only pa	1.0913
7	Training gain with only pcc	0.7535
8	Training gain with only pcf	1.4585
9	Training gain with only pcell	0.6189
10	Training gain with only pcs	0.7704
11	Training gain with only ppil	0.7302
12	Training gain with only pps	0.2547
13	Training gain with only tcc	0.2435
14	Training gain with only tmppc	0.2474
15	Training gain with only tpa	0.2801
16	Training gain with only tpcf	0.8651
17	Training gain with only tpcil	0.3694
18	Training gain with only tpcs	0.4734
19	Training gain with only tpcf	0.8472
20		
21	SUMA	13.9186

Tabla 8: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Bursera linanoe*

➤ **Media para las ganancias de *Salvia hispánica* L.**

$$X = 10.8826/19 = 0.5727$$



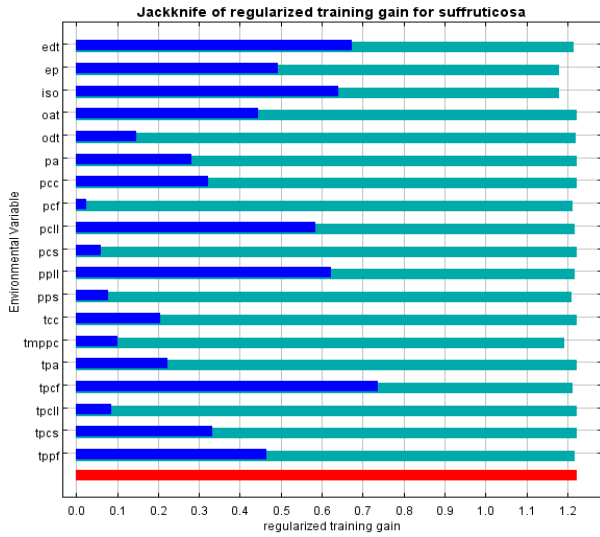
Cuadro 15: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Salvia hispánica*

	A	B
1	Training gain with only edt	1.0751
2	Training gain with only ep	0.919
3	Training gain with only iso	0.7885
4	Training gain with only oat	0.6193
5	Training gain with only odt	0.3104
6	Training gain with only pa	0.5632
7	Training gain with only pcc	0.2045
8	Training gain with only pcf	0.3275
9	Training gain with only pcell	1.1007
10	Training gain with only pcs	0.4353
11	Training gain with only ppil	1.0589
12	Training gain with only pps	0.2751
13	Training gain with only tcc	0.9459
14	Training gain with only tmppc	0.8213
15	Training gain with only tpa	0.2804
16	Training gain with only tpcf	0.1731
17	Training gain with only tpcil	0.648
18	Training gain with only tpcs	0.1742
19	Training gain with only tpcf	0.1622
20		
21	SUMA	10.8826

Tabla 9: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Salvia hispánica*

➤ **Media para las ganancias de *Indigofera suffruticosa* P. Mill.**

$$X = 6.5215/19 = 0.3432$$



Cuadro 16: Gráfica Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Indigofera suffruticosa*

	A	B
1	Training gain with only edt	0.6722
2	Training gain with only ep	0.494
3	Training gain with only iso	0.6411
4	Training gain with only oat	0.4434
5	Training gain with only odt	0.1482
6	Training gain with only pa	0.2818
7	Training gain with only pcc	0.3229
8	Training gain with only pcf	0.0251
9	Training gain with only pcll	0.5832
10	Training gain with only pcs	0.061
11	Training gain with only ppll	0.6213
12	Training gain with only pps	0.0782
13	Training gain with only tcc	0.2042
14	Training gain with only tmppc	0.1009
15	Training gain with only tpa	0.2223
16	Training gain with only tpcf	0.7377
17	Training gain with only tpcll	0.0853
18	Training gain with only tpcs	0.333
19	Training gain with only tppf	0.4657
20		
21	SUMA	6.5215

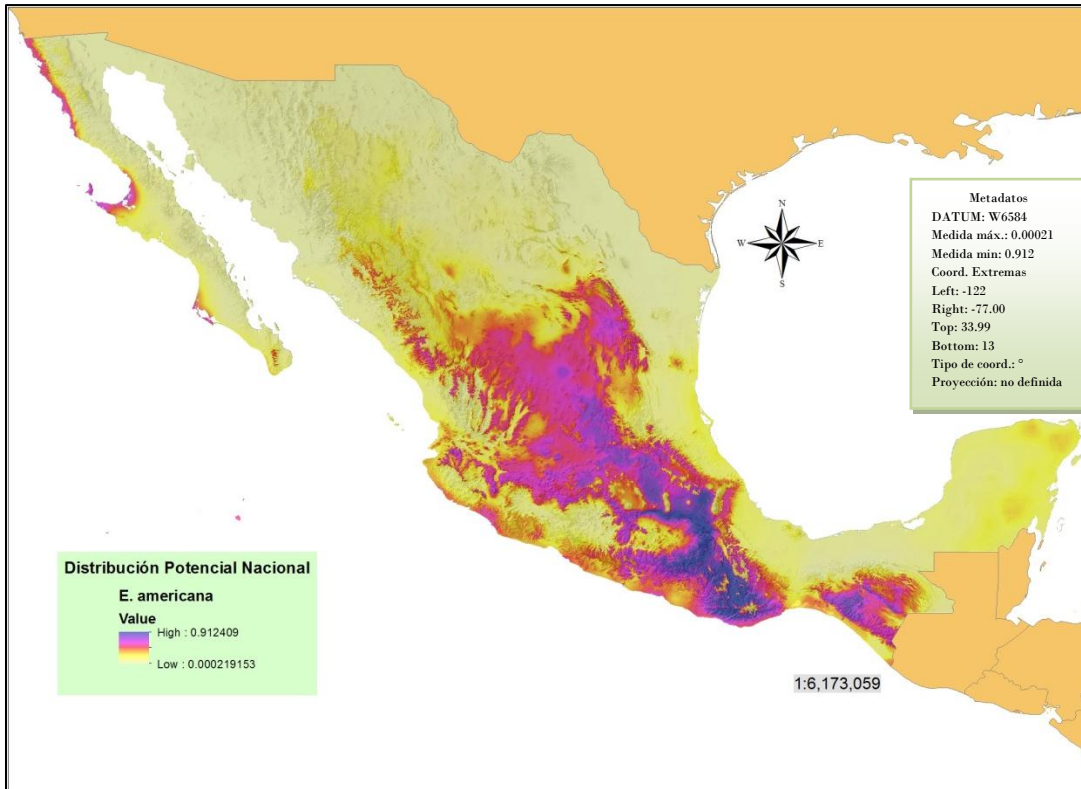
Tabla 10: Ganancias aportadas por cada una de las variables para el modelo de distribución potencial de *Indigofera suffruticosa*

Cuadro 4. Variables seleccionadas para cada especie.										
	lináloe	colorín	xochipal	nopal 1	nopal 2	añil	guaje	pipirucha	encino	chía
Edt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ep	X	X	X	X		X		X	X	X
Iso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Oat	X	X			X	X	X		X	X
Odt										
Pa	X				X				X	
Pcc	X				X		X			
Pcf	X	X			X			X	X	
Pcell			X			X	X			X
Pcs	X							X	X	
Ppll			X			X	X			X
Pps										
Tec		X		X	X		X			X
Tmppc		X			X					X
Tpa								X		
Tpcf	X		X			X	X	X		
Tpcs								X		
Tpcell		X			X					X
Tppf	X				X	X	X	X		

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL NACIONAL.

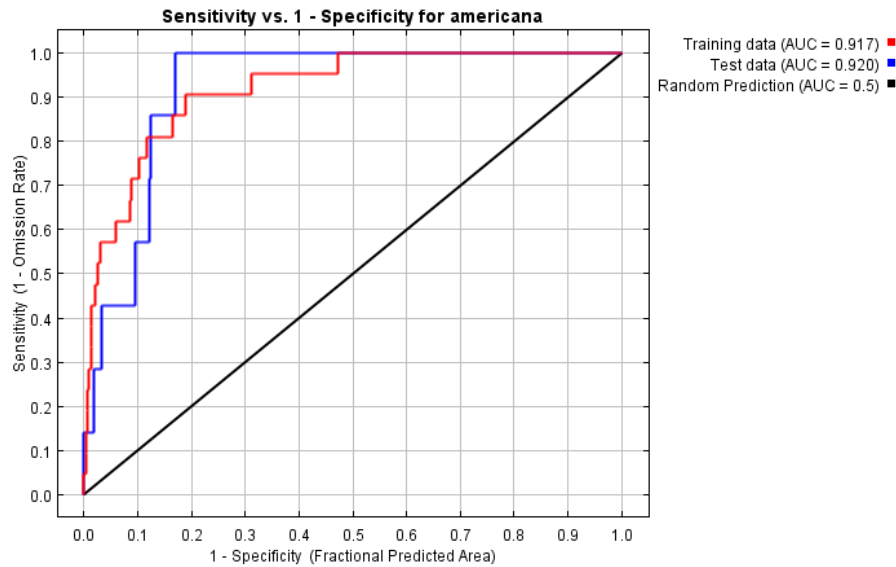
Distribución Potencial de *Erythrina americana*.

A partir del mapa de distribución potencial de *Erythrina americana* y de acuerdo con las variables climáticas óptimas para su desarrollo, los estados de Durango, Jalisco, Zacatecas, Veracruz, Colima, Yucatán y Quintana Roo tienen las condiciones más bajas para que la especie pueda distribuirse; mientras que los estados de Guanajuato, Hidalgo, Guerrero, Chiapas y Tlaxcala poseen condiciones mucho mejores para albergar a la especie. La probabilidad más alta de distribución de *E. americana* dentro de México se encuentra en los estados de Puebla, estado de México, Morelos y Querétaro. Las condiciones óptimas para esta especie son las de un medio con temperaturas de semicálidas a templadas y con humedad de semiárida a subhúmeda.



Cuadro 17. Mapa de distribución potencial de *E. americana*

VALIDACIÓN DEL MODELO



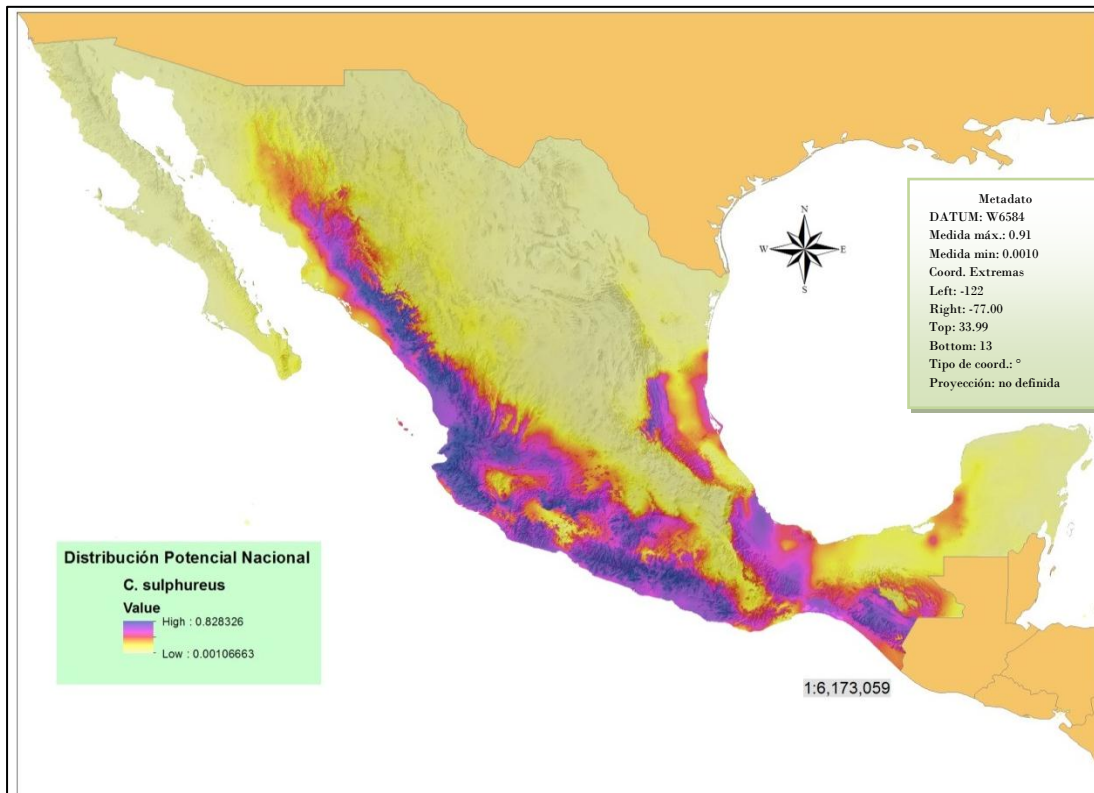
Cuadro 18. Gráfica de curva ROC de *E. americana*.

El modelo de *Erythrina* muestra un área bajo la curva AUC= 0.917 para la muestra de entrenamiento y AUC= 0.920 para la muestra de control. Estas cifras indican que el modelo estadístico se ajusta correctamente a los datos de entrada pero existe una pequeña diferencia con la muestra de control. Esto demuestra un bajo error en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

Distribución Potencial de *Cosmos sulphureus*.

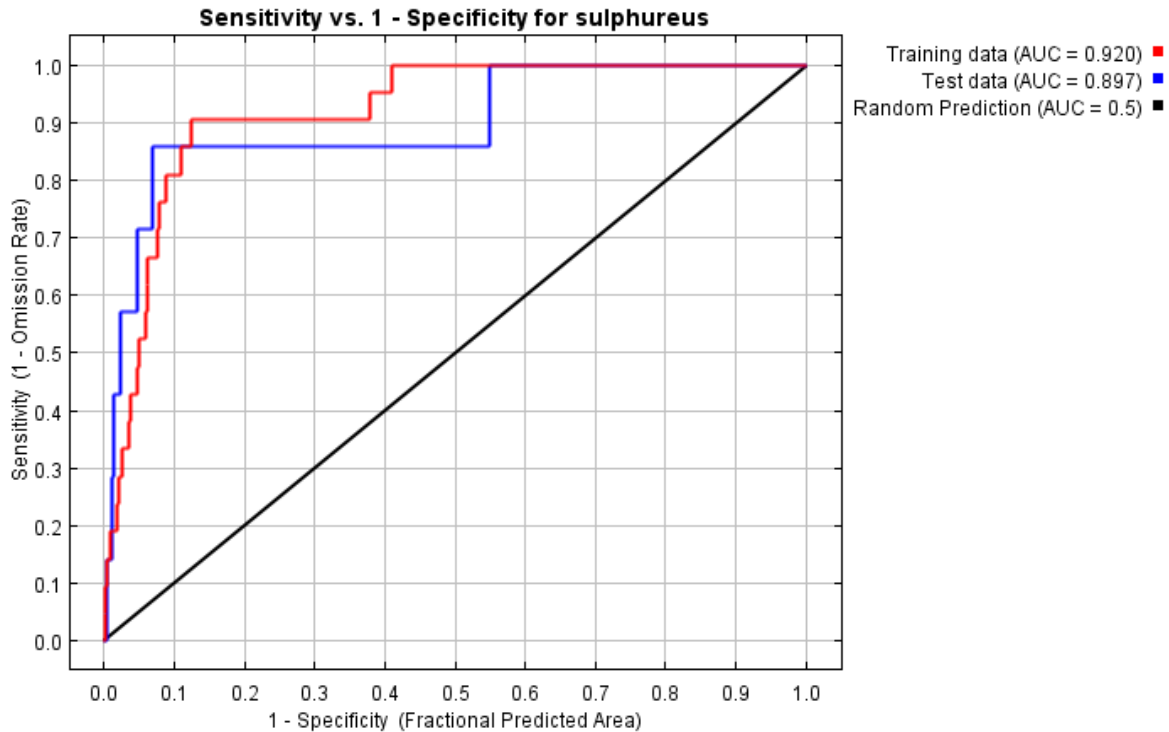
Observando el modelo de distribución y tomando en cuenta las variables climáticas utilizadas, los estados con menor probabilidad climática de albergar a *Cosmos sulphureus* son: Tabasco, Campeche, Durango, el sur de Sonora, Puebla, Guanajuato y el sur de Chihuahua. Los estados con mayor probabilidad de distribución de la especie son Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas. La distribución del xochipal es prácticamente la misma que la de la selva baja caducifolia en su transición con los encinares.

En el estado de Veracruz encontramos una mediana probabilidad de distribución de la especie en todo el estado.



Cuadro 19. Mapa de distribución potencial de *C. sulphureus*

VALIDACIÓN DEL MODELO.



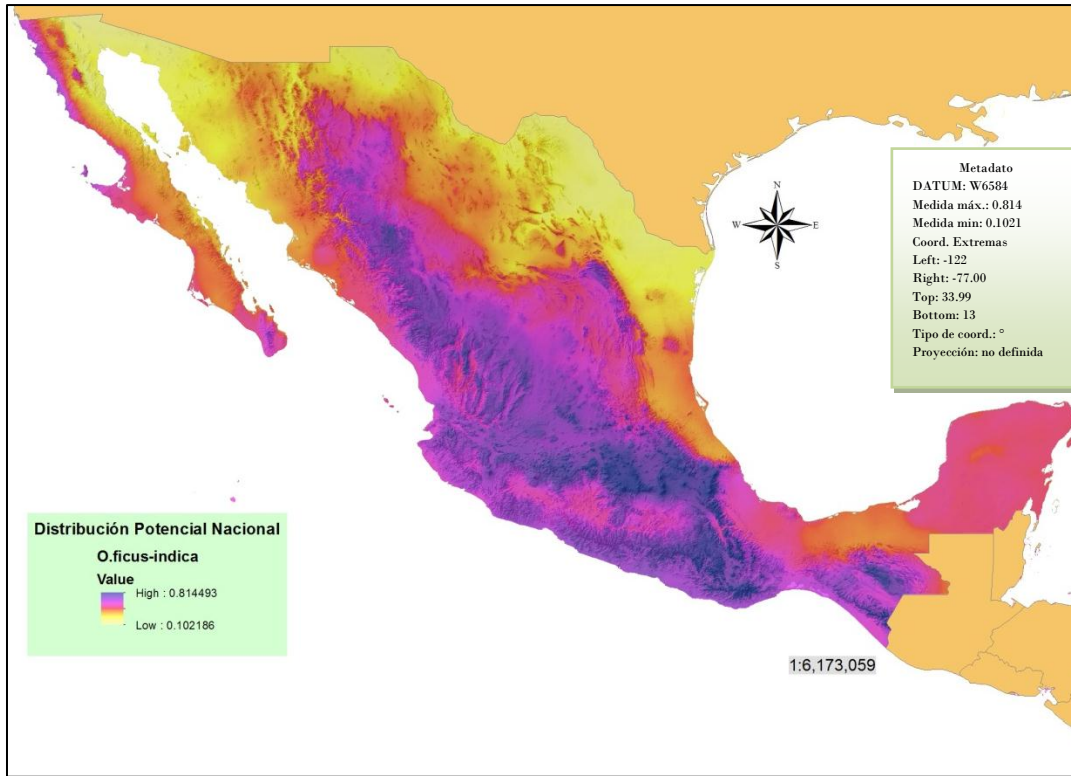
Cuadro 20. Gráfica de curva ROC de *C. sulphureus*.

El modelo para el xochipal, muestra un área bajo la curva $AUC= 0.920$ para la muestra de entrenamiento y $AUC= 0.897$ para la muestra de control. Estas cifras indican que el modelo estadístico se ajusta bien a los datos de entrada pero existe una diferencia con la muestra de control.

Incluso con esta diferencia el modelo se explica de una forma aceptable a partir de las variables climáticas utilizadas. El error es bajo en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

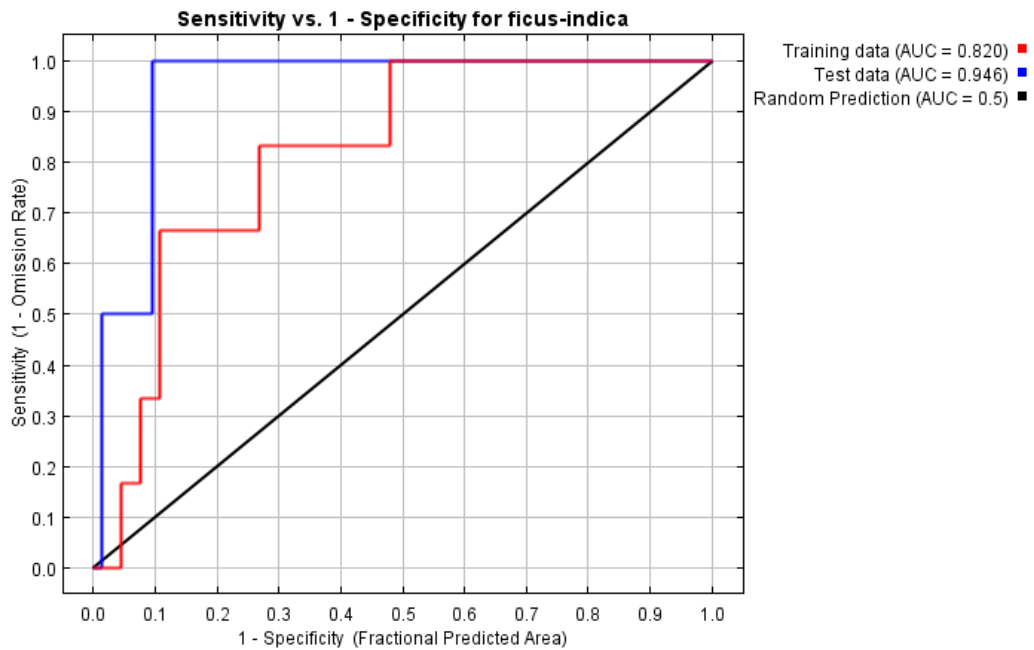
Distribución Potencial de *Opuntia ficus-indica*.

De acuerdo al modelo obtenido, la distribución potencial de *Opuntia ficus-indica* abarca todo el territorio mexicano, todos los estados poseen de baja a mediana intensidad de distribución siendo Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Sonora, Baja California los que presentan una intensidad menor; solo el Estado de México, Oaxaca y Tlaxcala presentan una probabilidad mayor. La amplia distribución de esta especie se explica como resultado de domesticación. La especie se ha aclimatado a una extensa variedad de climas, con sesgo al medio templado subhúmedo.



Cuadro 21. Mapa de distribución potencial de *O. ficus-indica*

VALIDACIÓN DEL MODELO.



Cuadro 22. Gráfica de curva ROC de *O. ficus-indica*.

El modelo para el nopal, medio de propagación de grana cochinilla, muestra un área bajo la curva AUC= 0.820 para la muestra de entrenamiento y AUC= 0.946 para la muestra de control. Se aprecia que el valor para la muestra de entrenamiento es menor que el valor para la muestra de control.

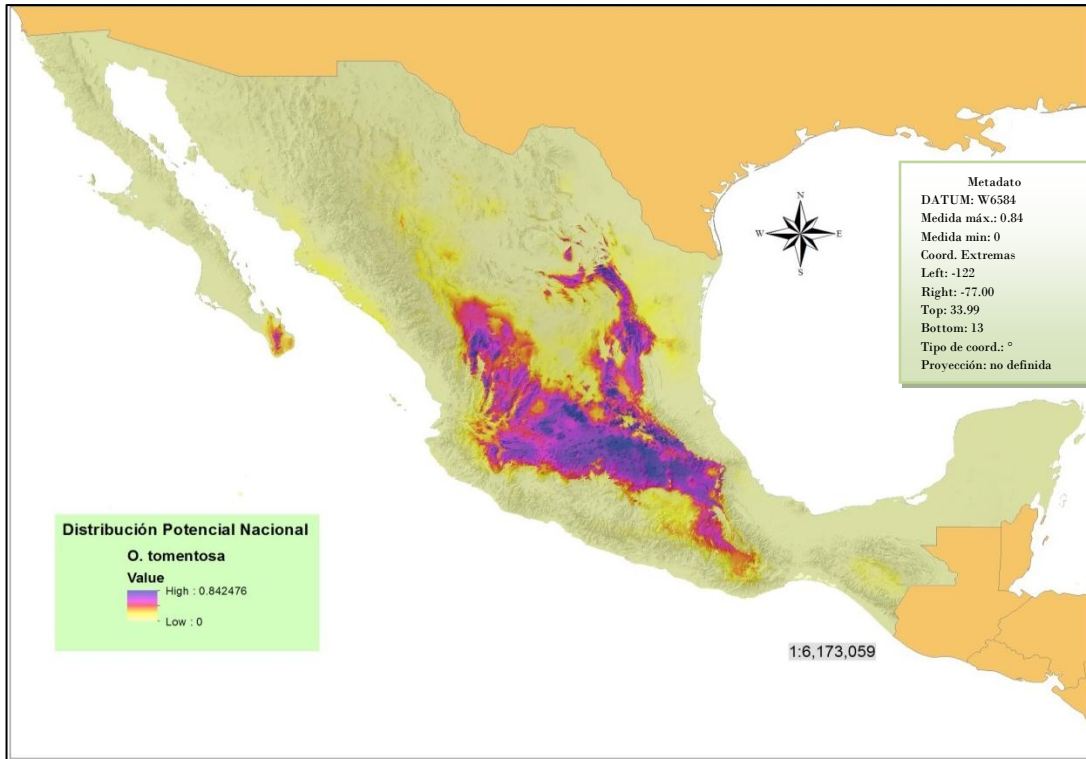
MaxEnt construye los modelos con base en las muestras de entrenamiento; y las muestras de control son independientes, utilizadas exclusivamente para conocer el valor del poder predictivo del modelo. Por lo tanto estas cifras indican que el modelo, no es robusto, que no presenta una estabilidad y que la distribución se explica solo parcialmente a partir de las variables climáticas, el modelo es pobre.

Distribución Potencial de *Opuntia tomentosa*.

La distribución potencial de *Opuntia Tomentosa* se describe en el modelo principalmente en el centro del país, con mayor probabilidad en los estados de Guanajuato, Estado de México, Querétaro, Hidalgo, Distrito Federal, Tlaxcala, Aguascalientes, Jalisco, así como en el norte de Michoacán, centro de Puebla, suroeste de Zacatecas y San Luis Potosí.

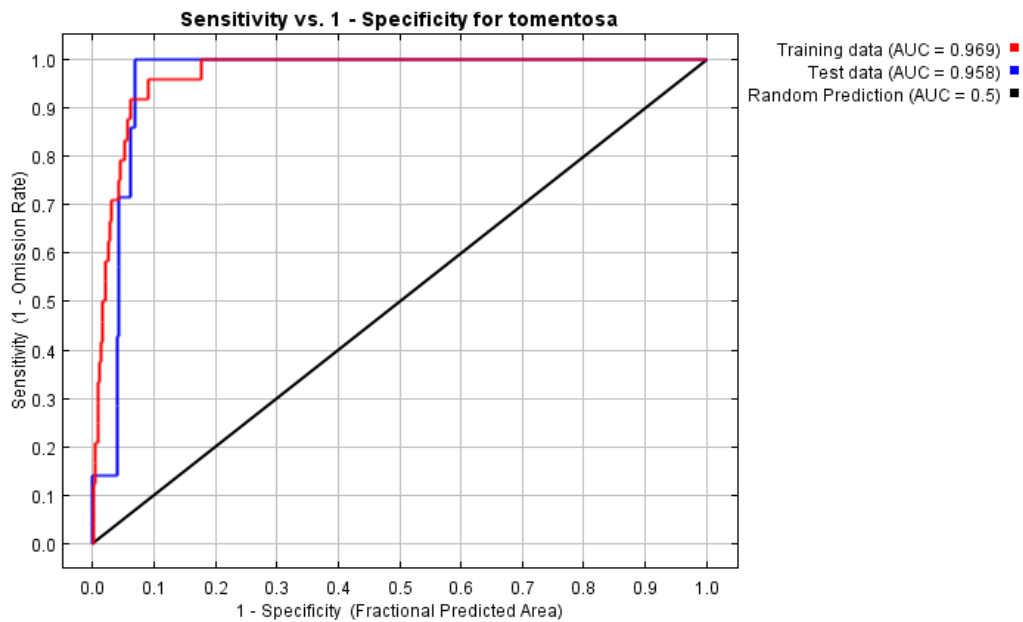
El centro de Durango, las sierras de Guerrero y Oaxaca, la parte noroeste y suroeste de Tamaulipas, Nuevo León, son zonas donde la probabilidad de distribución es menor pero no nula.

La distribución de *O. tomentosa* parecería abarcar el área de mayor probabilidad de encontrar a *O. ficus-indica*. En términos biogeográficos, la distribución de *O. tomentosa* es endopátrica o anidada en la de *O. ficus-indica*.



Cuadro 23. Mapa de distribución potencial de *O. tomentosa*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.



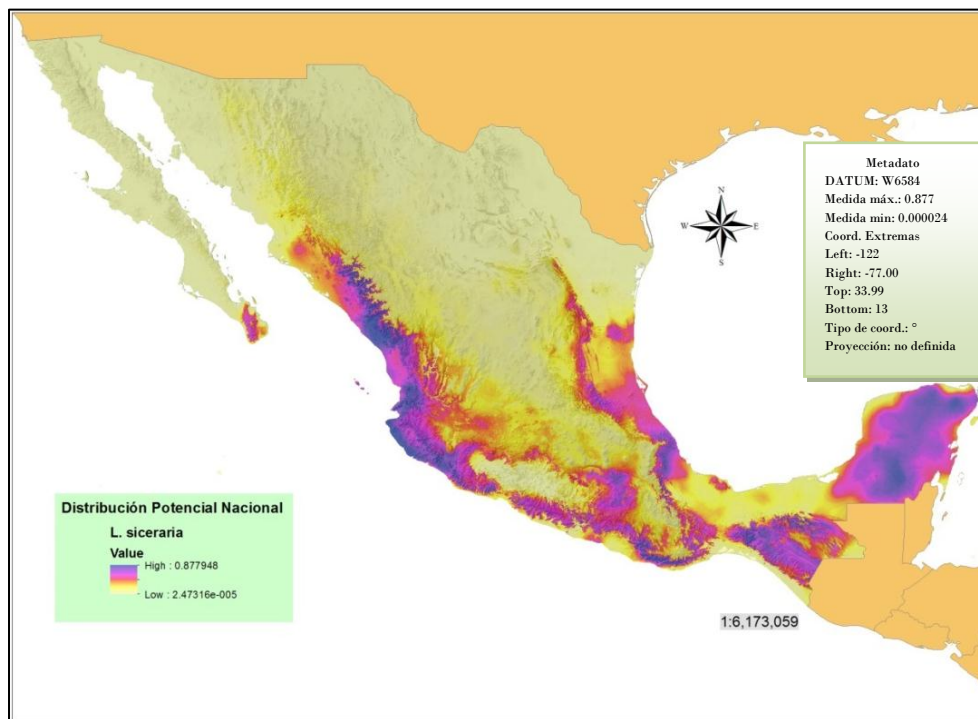
Cuadro 24. Gráfica de curva ROC de *O. tomentosa*.

El modelo para este nopal, medio de propagación de la grana cochinilla, muestra un área bajo la curva AUC= 0.969 para la muestra de entrenamiento y AUC= 0.958 para la muestra de control. Estas cifras indican que el modelo estadístico se ajusta bien a los datos de entrada pero existe una diferencia con la muestra de control.

Incluso con esta diferencia el modelo se explica de una forma aceptable a partir de las variables climáticas utilizadas El error es bajo en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

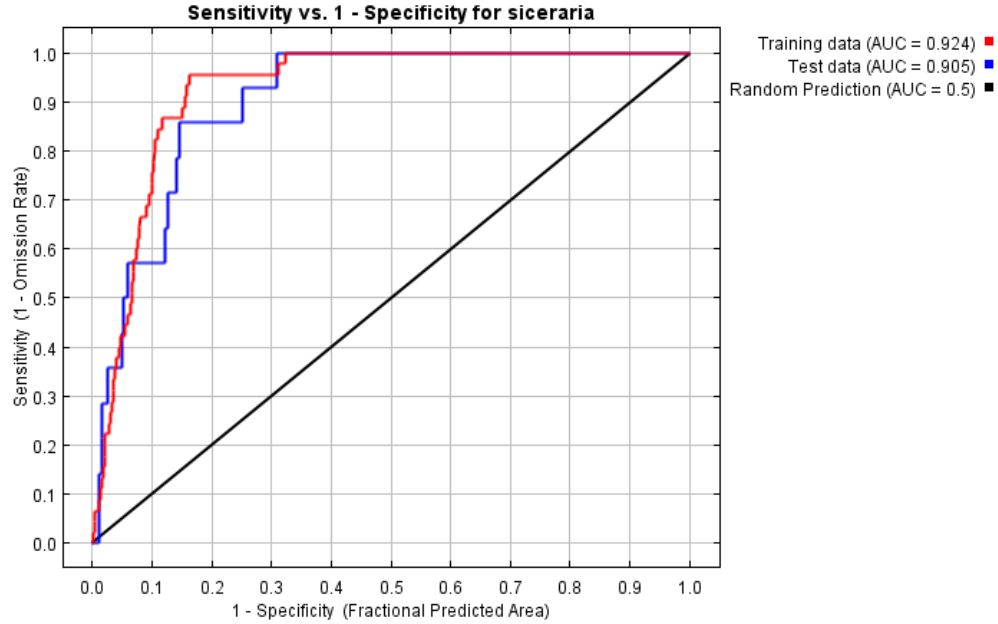
Distribución Potencial de *Lagenaria siceraria*.

A partir del mapa de distribución potencial de *Lagenaria siceraria* y de acuerdo con las variables climáticas óptimas para su desarrollo, los estados de Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Chiapas presentan una distribución potencial de media a baja para la especie y solo en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Campeche, Yucatán y Quintana Roo podremos encontrar manchones con distribución potencial alta. El modelo de esta especie parece estar mayormente influido por las variables relacionadas con la marcha de las temperaturas, especialmente la estacionalidad de las temperaturas y la isothermalidad.



Cuadro 25. Mapa de distribución potencial de *L. siceraria*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.

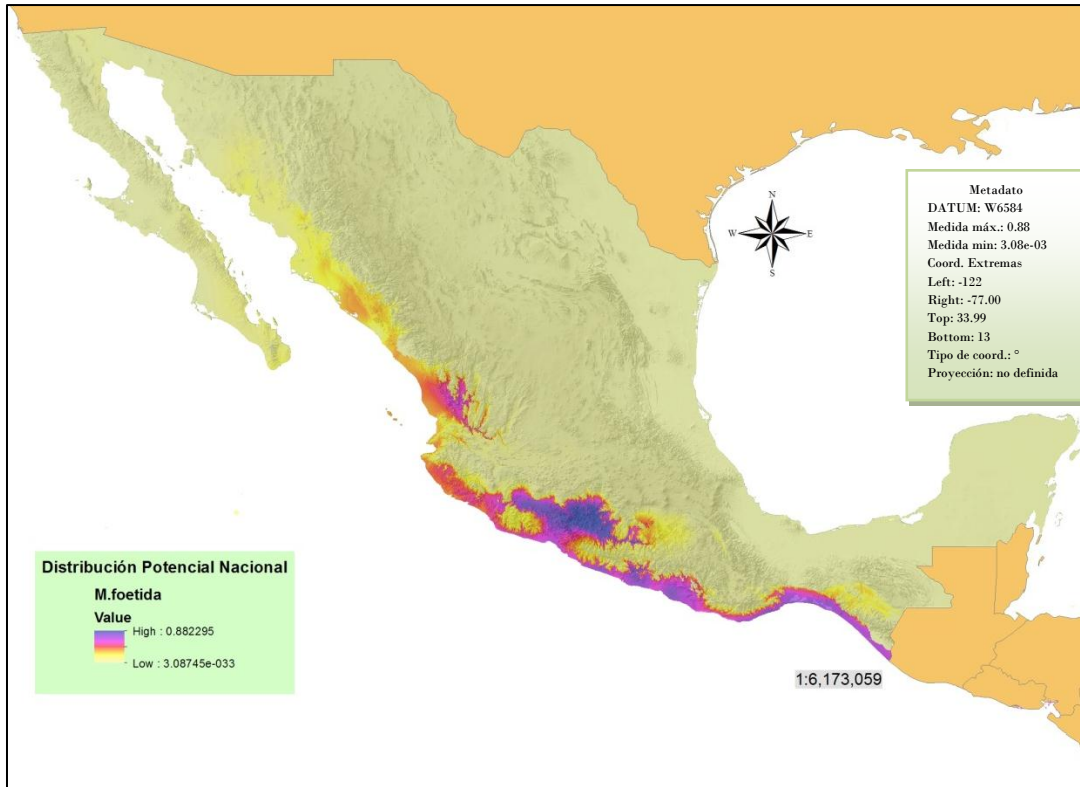


Cuadro 26. Gráfica de curva ROC de *L. siceraria*.

El modelo para el guaje muestra un área bajo la curva $AUC = 0.924$ para la muestra de entrenamiento y $AUC = 0.905$ para la muestra de control. Estas cifras indican que el modelo estadístico se ajusta correctamente a los datos de entrada, pero existe una diferencia con la muestra de control; aun con esta diferencia el modelo se explica muy bien a partir de las variables climáticas utilizadas. El error es bajo en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

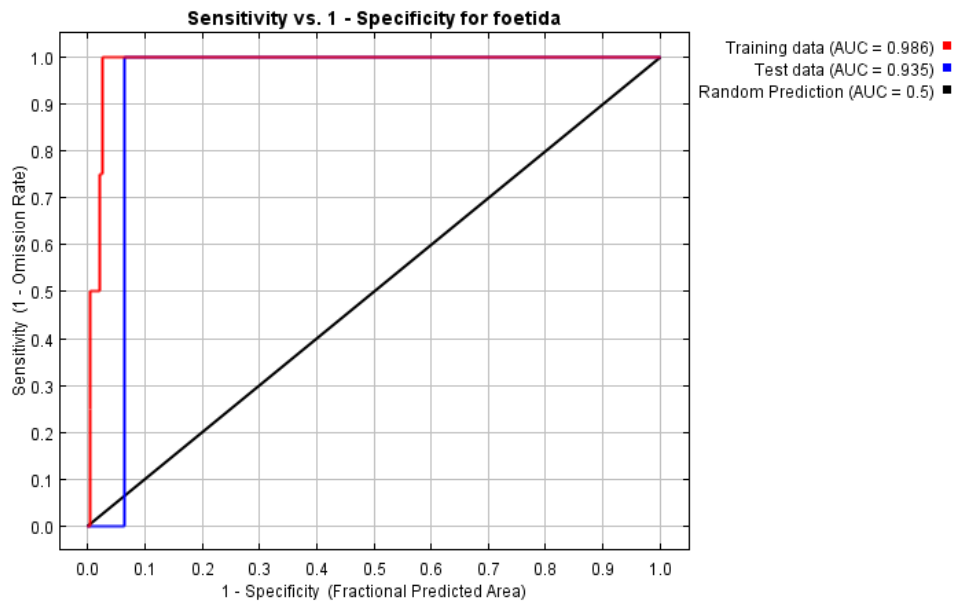
Distribución Potencial de *Manihot foetida*.

Para esta especie su distribución potencial se encuentra restringida a los estados del país que se localizan del lado del océano pacífico: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero además de una pequeña franja en Oaxaca y Chiapas. Todos estos estados poseen una alta probabilidad de distribución, especialmente en el núcleo de la distribución de la selva baja caducifolia; solo el sur de BCS, Sinaloa, y el sureste de Sonora poseen una probabilidad baja. Se trata de una especie típica de la selva baja caducifolia, aunque los registros casi siempre proceden de individuos de cercas vivas.



Cuadro 27. Mapa de distribución potencial de *M. foetida*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.



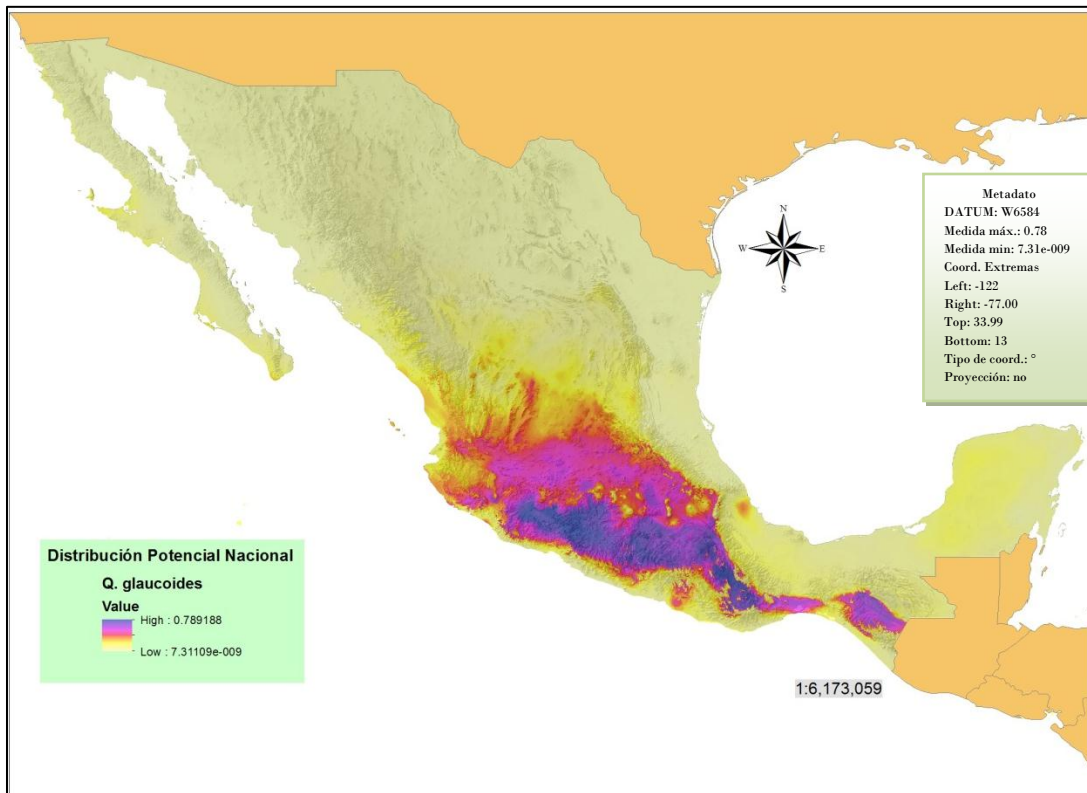
Cuadro 28 Gráfica de curva ROC de *M foetida*.

El modelo para la pipirucha muestra un área bajo la curva AUC= 0.986 para la muestra de entrenamiento y AUC= 0.935 para la muestra de control. Estas cifras indican que el modelo estadístico se ajusta casi perfectamente a los datos de entrada pero existe una diferencia con la muestra de control; aun con esta diferencia el modelo se explica bien a partir de las variables climáticas utilizadas y se puede decir que el error es bajo en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

Distribución Potencial de *Quercus glaucooides*.

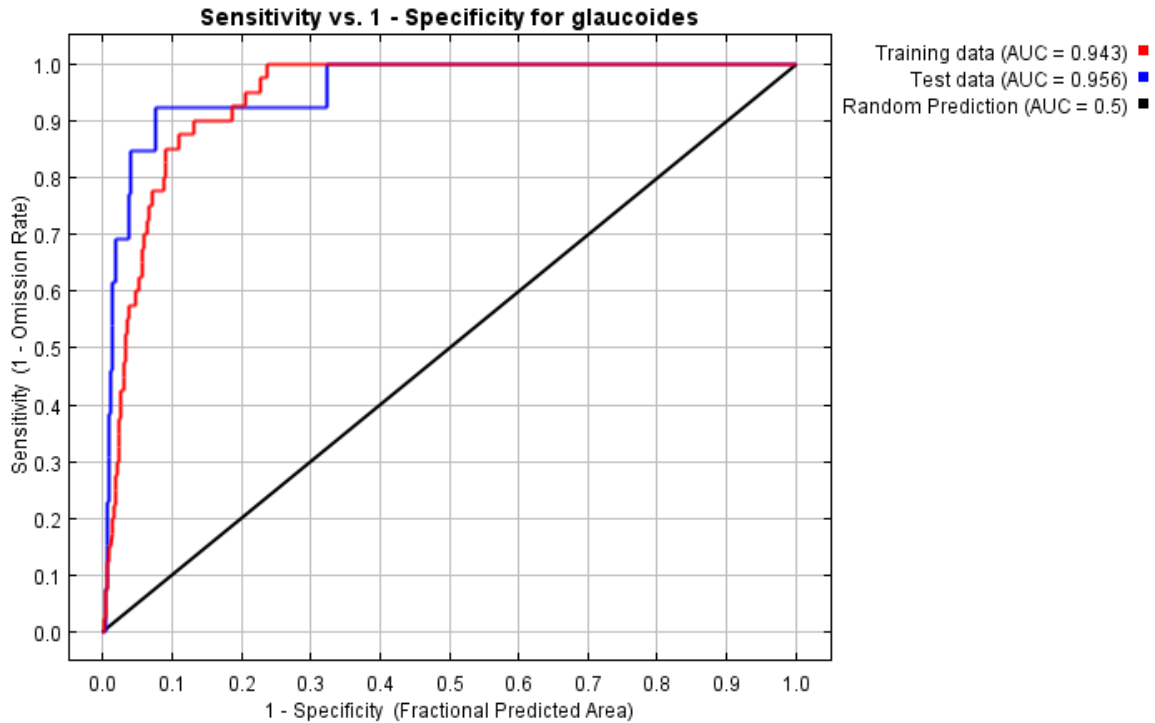
Para esta especie su distribución potencial se encuentra restringida a los estados del centro del país, con una mayor probabilidad los estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Morelos, Estado de México. Es una especie típica de las sierras meridionales, de acuerdo con Rzedowski (1978), ya que se distribuye principalmente en las fachadas de la Sierra Madre del Sur y Faja Volcánica Transmexicana orientadas hacia el Balsas.

Los estados de Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro y Chiapas presentan una probabilidad de media a baja.



Cuadro 29. Mapa de distribución potencial de *Q. glaucooides*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.

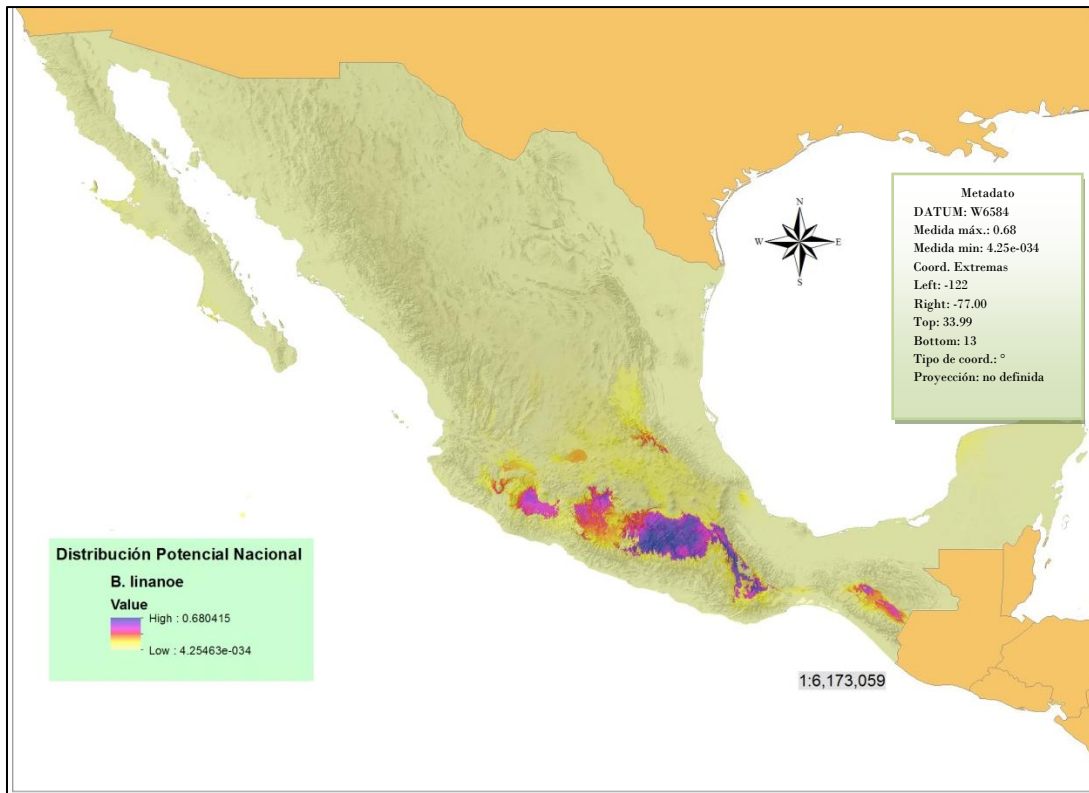


Cuadro 30. Gráfica de curva ROC de *Q. glaucooides*.

El modelo para el encino azul muestra un área bajo la curva $AUC = 0.943$ para la muestra de entrenamiento y $AUC = 0.956$ para la muestra de control. Estas cifras indican que la muestra de control es ligeramente mayor que muestra de entrenamiento, debido a ello la distribución se explica solo parcialmente a partir de las variables climáticas y el modelo no es tan robusto.

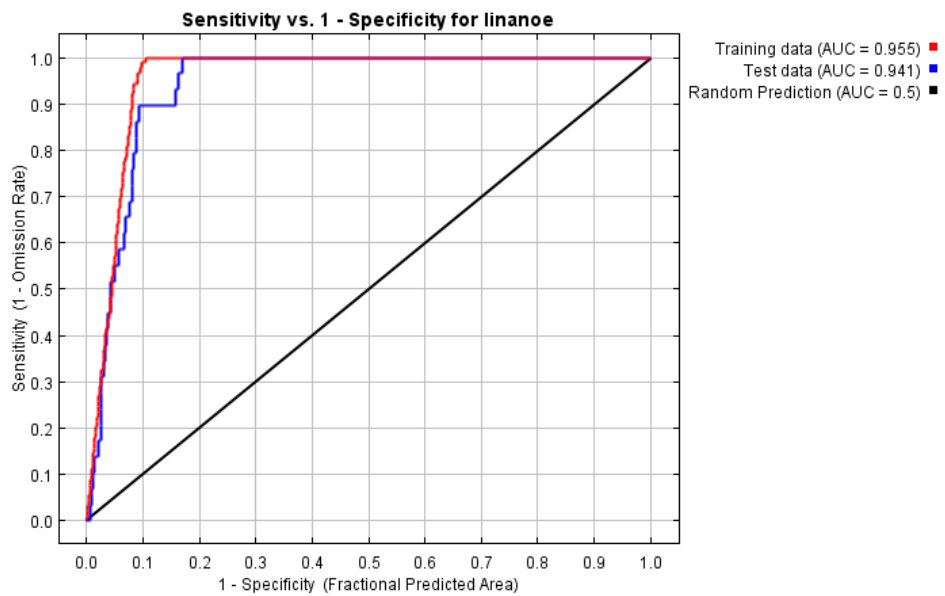
Distribución Potencial de *Bursera linanoe*.

La distribución potencial de *B. linanoe* se encuentra restringida a los estados de Puebla, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Morelos, Estado de México; la mayor parte de estos estados se encuentran dentro de la cuenca del río Balsas, también dentro de otras cuencas tales como Papaloapan; además se observa una pequeña fracción de azul intenso dentro del estado de Chiapas.



Cuadro 31. Mapa de distribución potencial de *B. linanoe*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.

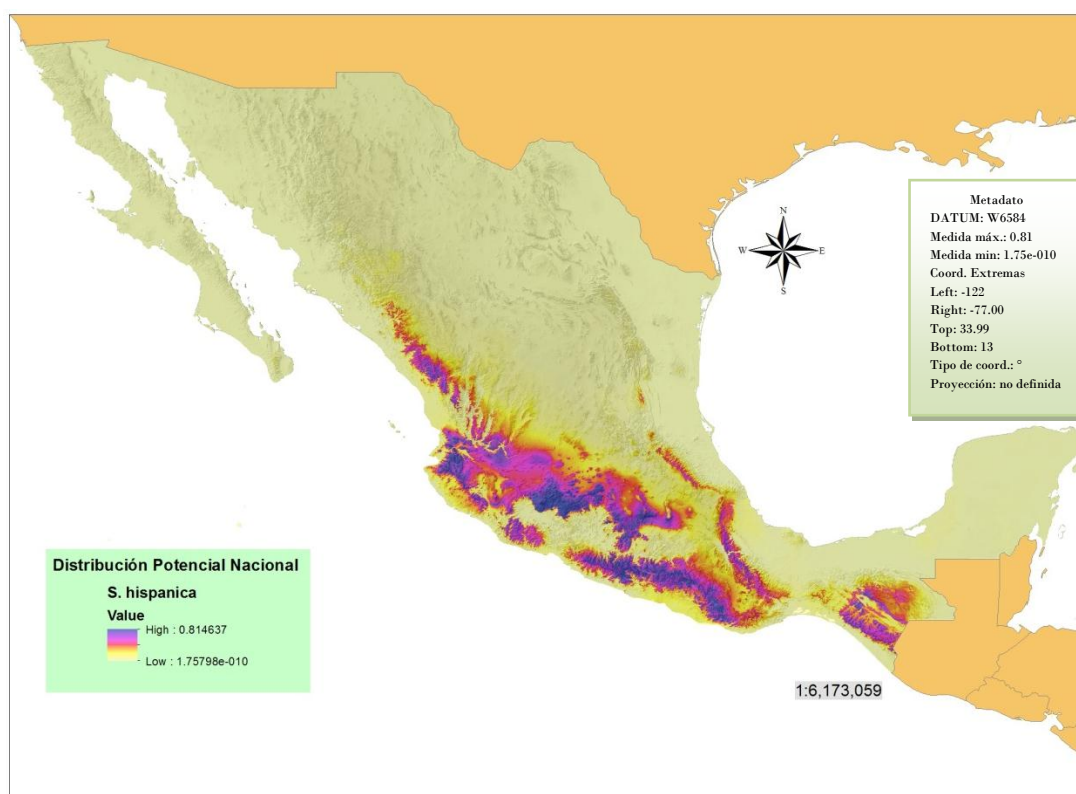


Cuadro 32. Gráfica de curva ROC de *B. linanoe*.

El modelo del copal muestra un área bajo la curva AUC= 0.955 para la muestra de entrenamiento y AUC= 0.941 para la muestra de control. Estas cifras indican que el modelo estadístico se ajusta casi perfectamente a los datos de entrada pero existe una pequeña diferencia con la muestra de control, aunque sigue presentando una robustez amplia. El error es bajo en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

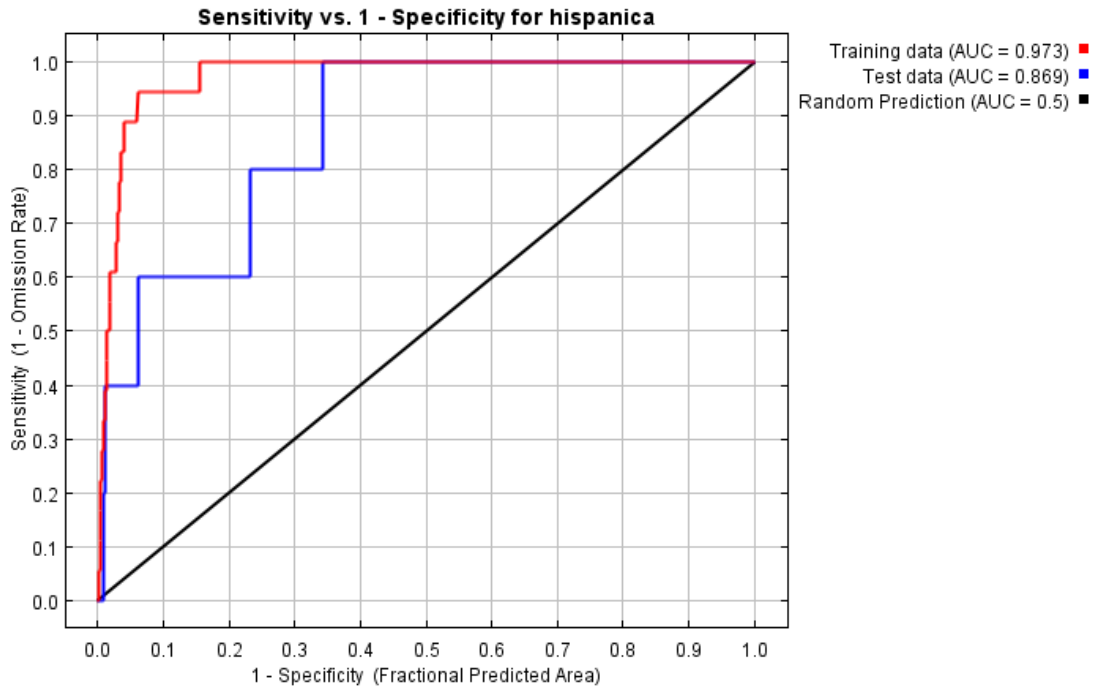
Distribución Potencial de *Salvia hispánica*.

La distribución potencial de *Salvia hispánica* de acuerdo con el modelo de MaxEnt se encuentra en los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Jalisco, Morelos, Edo. de México, Puebla, Guanajuato Michoacán y Nayarit. Encontrando un punto de alta probabilidad en la frontera que une a Sinaloa, Durango y Nayarit. Se trata de una especie típica del ambiente templado de las Sierras Meridionales (Rzedowski, 1978).



Cuadro 33. Mapa de distribución potencial de *S. hispánica*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.

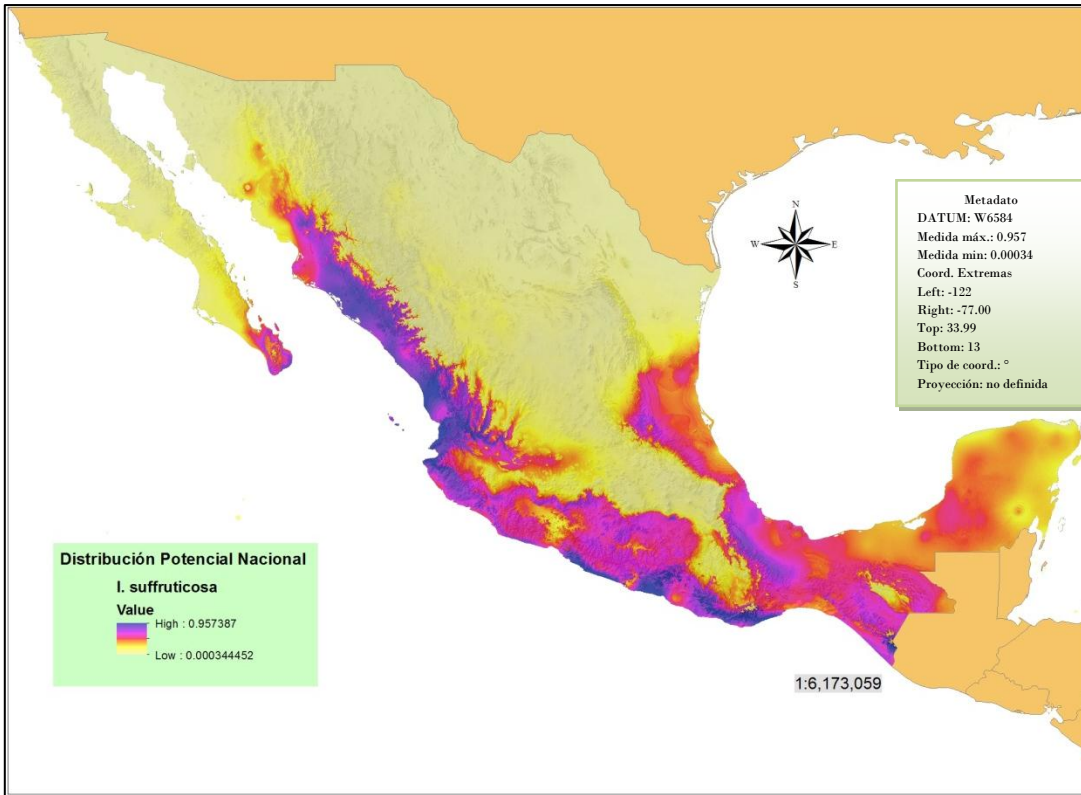


Cuadro 34 Gráfica de curva ROC de *S. hispánica*.

El modelo para la chía, muestra un área bajo la curva $AUC = 0.973$ para la muestra de entrenamiento y $AUC = 0.869$ para la muestra de control. Estas cifras indican que la distribución actual se explica muy bien a partir de las variables climáticas, el modelo es excelente aun con la diferencia con la muestra de control que no muestra una robustez al 100%, el error es bajo en el modelo para predecir verdaderas presencias (sensibilidad), y verdaderas ausencias (especificidad).

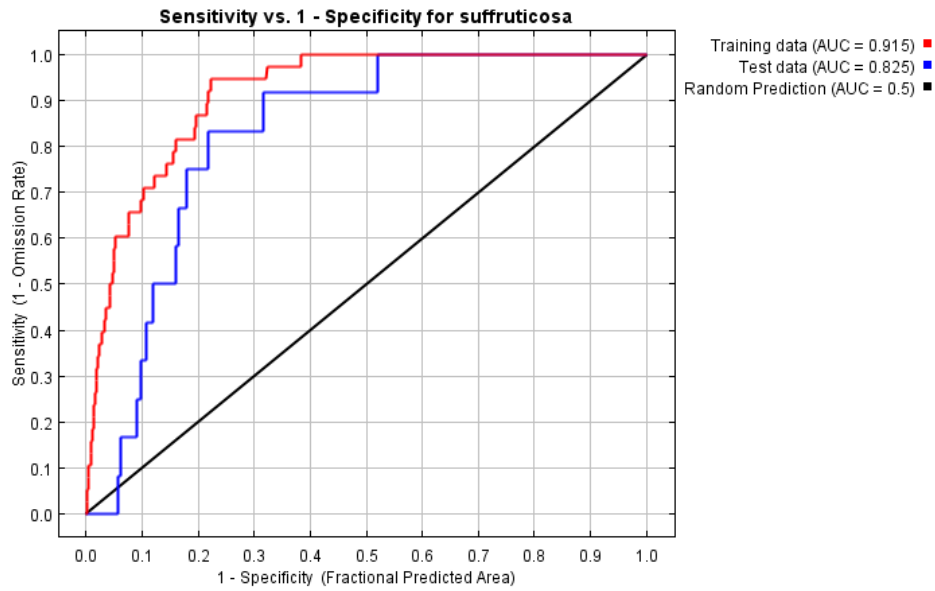
Distribución Potencial de *Indigofera suffruticosa*.

La distribución potencial de *Indigofera suffruticosa* a pesar de ser amplia dentro del territorio Mexicano es de baja a mediana intensidad siendo los estados de Sinaloa, Nayarit, Guerrero y Oaxaca los que presentan una probabilidad más alta seguidos por los estados de Chiapas, Campeche, Michoacán, Colima, Jalisco, Veracruz y Tabasco; y en una baja o casi nula intensidad los estados de Yucatán, Quintana Roo, el sur de BCS; el sureste de Tamaulipas, sureste de S.L.P.; suroeste de Guanajuato y la parte sur de Sonora. El añil se distribuye en ambientes con una marcada estacionalidad de lluvias y estabilidad de temperaturas.



Cuadro 35. Mapa de distribución potencial de *I. suffruticosa*.

VALIDACIÓN DEL MODELO.

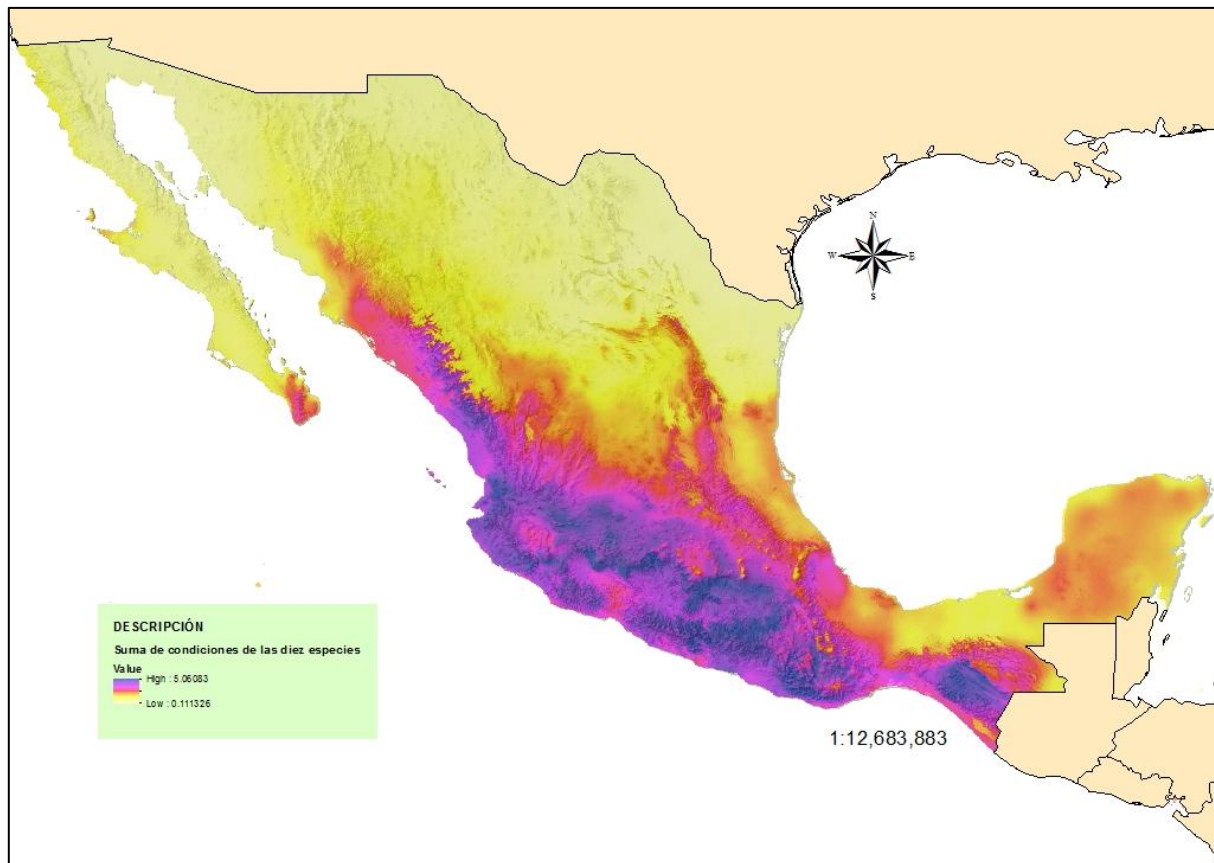


Cuadro 36. Gráfica de curva ROC de *I. suffruticosa*.

El modelo para el añil muestra un área bajo la curva $AUC = 0.915$ para la muestra de entrenamiento y $AUC = 0.825$ para la muestra de control. Los valores bajos de AUC pueden expresar que la especie no necesita requerimientos climáticos estrictos; por lo que con variables climáticas no se puede explicar su distribución. El valor aunque bajo es estable.

MAPA FINAL.

Para conocer de una forma gráfica cuales son los estados que presentan las condiciones adecuadas para albergar a las diez especies en estudio, se obtuvo el mapa de sumatorias de distribuciones (Figura 33). Se representan los estados con mayor probabilidad en color azul, seguidos de tonalidades moradas.



Cuadro 37. Mapa de sumatorias de las distribuciones potenciales de las diez especies en estudio.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los artículos relacionados con los modelos de nichos potenciales de especies, comienzan a aparecer a principios de la década de los 2000 y han abordado los nichos potenciales de las especies así como las amenazas potenciales que se supone para la biodiversidad el cambio global (Pérez *et al.*, 2009).

Los diez mapas de distribución potencial presentan una AUC para la muestra de entrenamiento superior a 0.8 lo que indica que los mapas son robustos y poseen una alta fidelidad.

Los modelos para *Erythrina americana* y *Quercus glaucoides* poseen una diferencia entre la AUC para la muestra de entrenamiento y la AUC de la muestra de control, esta última en ambos casos es mayor; la literatura indica que en tales casos la distribución se explica solo parcialmente a partir de las variables climáticas utilizadas (Phillips 2004). En el mapa final se observa que en la parte centro del país existen las condiciones más favorables para las diez especies, aunque en casi todo el territorio se tienen ambientes propicios para que habite una o más especies, lo que se debe principalmente a la geografía accidentada de México la cual proporciona al país las condiciones para tener los diferentes tipos de climas y vegetación descritas por Rzedowski (1978).

Como se indica en el artículo 156 de la Ley de Propiedad Industrial del IMPI, una denominación de origen se fundamenta a partir de la documentación del arraigo que tiene el producto a proteger con el medio geográfico regional, tanto natural como humano. Este trabajo se enfoca en la documentación de que los recursos biológicos utilizados en la manufactura de las artesanías de Olinalá provienen de la región misma o, al menos fueron obtenidas en un principio de fuentes regionales muy cercanas.

El municipio de Olinalá tiene un amplio gradiente ambiental. En su extremo norte, que colinda con el curso del Río Balsas, el clima es caliente y seco, cubierto con selvas bajas caducifolias y otros tipos de vegetación determinados por el sustrato y la pendiente del terreno. Hacia el sur, Olinalá tiene extensas áreas de clima semicálido a templado, con encinares y sus derivaciones debidas también la forma y composición del terreno. Al estar ubicado en porción oriental de la cuenca del Río Balsas y en la región de la Montaña de Guerrero, el municipio de Olinalá tiene acceso a una amplia variedad de recursos biológicos tropicales como el lináloe, el guaje, el añil y la pipirucha; a los del semicálido, como el xochipal; a los de clima templado, como el encino azul, el colorín y la chía y aún a los de medio semiárido como el nopal. Por lo anterior, la denominación de origen de las artesanías de Olinalá tiene fundamento en el uso de recursos biológicos regionales. Con esto se cubre suficientemente el requisito de las denominaciones de origen, de acuerdo con la definición del IMPI, en lo que se refiere al vínculo del producto con el medio geográfico natural de la región.

Otros recursos naturales, como los minerales usados en la manufactura de la laca (“el tezicaltetl” calcita), se obtienen u obtenían de yacimientos de la misma región.

Para fundamentar el otro componente, el del vínculo con el medio geográfico regional, habrá que incorporar el componente humano. Para ello, es preciso tener en cuenta la historia de la región, ya que puede proporcionar elementos importantes para el análisis; estudios realizados en diferentes partes del mundo ofrecen evidencia de que los grupos humanos, particularmente los que pertenecen o descienden de poblaciones indígenas, realizan un manejo *in situ* de ciertas especies útiles (Illsley G.C. *et al.*, 2001). Gerhard (2000), explica en su libro “Geografía histórica de la Nueva España” que Olinallan, actualmente Olinalá, pertenecía antes de la llegada de los españoles a un reino de lengua náhuatl, el cual le rendía tributo a los aztecas. Este tributo consistía de colorantes naturales obtenidos tanto de diferentes partes de las plantas, como de tierras.

En el periodo colonial la región de la montaña de Guerrero tenía una alta producción de diferentes elementos entre ellos las jícaras pintadas de forma artesanal en Olinalá las cuales ya eran comercializadas en toda la Nueva España.

Hasta la actualidad, los artesanos conservan como materia prima el uso de materiales naturales, así como también el proceso de producción de sus artesanías, es por ello que en 1994 se realizó la petición de la denominación de origen de las artesanías de Olinalá, Guerrero.

La ley de propiedad industrial en su Título Quinto. Capítulo I; artículo 156; a la letra dice: “Se entiende por denominación de origen, el nombre de una región geográfica del país que sirva para designar un producto originario de la misma, y cuya calidad o característica se deban exclusivamente al medio geográfico, comprendido en éste los factores naturales y los humanos.”(LPI). La ley también explica claramente que una denominación de origen podrá ser modificada en cualquier tiempo, a petición de los interesados. La solicitud deberá expresar detalladamente las modificaciones que se piden y las causas que las motivan, para la cual se admitirá toda clase de pruebas con excepción de la confesional y testimonial.

Los artesanos de Olinalá, Guerrero han expresado la necesidad de renovar y modificar la denominación de origen otorgada el 28 de noviembre de 1994 a sus artesanías, debido a que la D.O. actual contempla solamente madera proveniente de *B. linanoe* y no todas las especies de plantas y animales que se utilizan se encuentran registradas dentro de la Denominación. Otro aspecto que se pretende modificar es la región geográfica, porque de momento se contemplan territorios donde crece el lináloe, incluyendo regiones fuera de Guerrero, y dejando fuera zonas tales como Temalacatzingo los cuales nunca han usado lináloe para la producción de sus artesanías.

Los resultados de este estudio fundamentan desde evidencias biogeográficas, con base en los mapas de distribución potencial de las diez especies, que la región de Olinalá posee condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo y permanencia de tales especies.

Las diez especies en estudio han sido registradas durante el proceso de producción de las diferentes artesanías, ya que tenemos que recordar que los artesanos aparte de producir las cajitas de lináloe, también producen otro tipo de materiales como jícaras, máscaras, baúles, etc.

CONCLUSIONES

Se formaron diez bases de datos, una para cada una de las especies con diferentes números de registros, las cuales se encuentran georreferenciadas y depuradas de sinonimias, localidades inconsistentes y duplicados.

Se obtuvieron diez mapas de distribución potencial, uno para cada una de las especies en estudio; de los cuales ocho mapas presentan una robustez significativa con base en el análisis de sus curvas ROC. Dos de ellos (*O. ficus-indica* y *Q. glaucoides*) no presentan un mapa estable, esto se debe quizás a que existen problemas en la identificación de tales especies, afectando directamente a la distribución reportada y por ello a la distribución potencial.

La ley de propiedad industrial explica claramente que una denominación de origen podrá ser modificada en cualquier tiempo, a petición de los interesados y que la solicitud deberá expresar detalladamente las modificaciones que se piden y las causas que las motivan. Los artesanos están buscando la renovación y modificación de la denominación de origen para poder comercializar de una mejor manera sus productos, con la D.O “Lacas de Olinalá”.

En relación con el antecedente E de la resolución mediante la cual se otorga la protección prevista a la denominación de origen Olinalá, para ser aplicada a la artesanía de madera; Expedida por la secretaria de comercio y fomento industrial.

Explicamos que el método para los procesos de elaboración de cada una de las artesanías no se encuentra redactado de una forma clara, por lo que se omite el uso de las especies tanto animales como vegetales, con lo cual se corre el riesgo de perder las técnicas ancestrales y generar productos de mala calidad.

Las artesanías se producen mediante la manipulación de diferentes especies que habitan en el área de forma natural desde tiempos ancestrales, no solo de *B. linanoe*, debido a que esta especie no es la única que se utiliza como base para la producción; Para todas las especies en estudio se demostró mediante literatura y los Modelos de Distribución Potencial; que fueron y son utilizadas además de que se encuentran dentro de la región de Olinalá de forma natural (no introducidas).

La Denominación de Origen de las Artesanías de Olinalá, Guerrero, puede ser modificada, pero los artesanos deben de unificar el proceso de manufactura de cada una de las artesanías e incluir todas las especies animales y vegetales, así como los minerales que se utilizan, con ello, artesanos de la región que no utilizan *B. linanoe* podrán igualmente recurrir a la denominación para comercializar sus productos y la D.O. podrá ser implementada.

LITERATURA CITADA

- Akaki, P. P. y Tapia, M. P. 2012. Las denominaciones de origen del café mexicano y sus cuestionamientos como modelo de desarrollo regional. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, (19).
- Bolívar, C. B del S. 2009. Análisis del hábitat óptimo y modelado de nicho ecológico para la conservación del venado cola blanca en el centro de Veracruz. Tesis de maestro en ciencias. Xalapa, Veracruz. 93pp.
- Busby, J. R. 1986. Bioclimatic prediction system (BIOCLIM) user's manual version 2.0. Australian Biological Resources Study Leaflet.
- Busby, J. R. 1991. BIOCLIM-a bioclimate analysis and prediction system. *Plant Protection Quarterly*. 6.
- Cabrera, A. L. y Willink, A. 1973. Biogeografía de América latina. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Departamento de Asuntos Científicos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Cawsey, E. M., Austin, M. P., Baker, B. L. 2002. Regional vegetation mapping in Australia: a case study in the practical use of statistical modelling. *Biodiversity and Conservation*. 11(12). 2239-2274.
- Crisci, J. V., Katinas, L., Posadas, P. 2000. Introducción a la teoría y práctica de la biogeografía histórica. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Botánica. 169 pp.
- CONABIO y Universidad de Kansas <https://sites.google.com/site/nichesandareasofdistribution>. 2013
- CONABIO <http://bdi.conabio.gob.mx> Banco de imagenes 2014.
- Elith, J. and J. Leathwick. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 40:677-697.
- Elith, J., Graham, CH., Anderson, R. P., Dudík, M. S., Ferrier. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, vol. 29. p. 129-151.
- Espinosa, D., Morrone, J.J., Llorente J., Flores, O. 2002. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 133.
- Eustaquio Villanueva, C. E., Quispe Vilchez, J. L., del Perú, P. C. D. I., de Lima, C. D. 1995. Los modelamientos de datos con sistemas de información geográfica y su aplicación en el manejo de los desastres. En Seminario Banco Nacional de Datos para la Prevención y Mitigación de Desastres. NU. Departamento de Asuntos Humanitarios (DAH). Programa de Mitigación de Desastres en el Perú; Perú.

- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Departamental de Lima, p. 4.
- Foody, G. M. 2008. GIS: biodiversity applications. *Progress in Physical Geography*, 32(2), 223-235.
- Franklin, J. 2009. *Mapping Species Distributions. Spatial Inference and Prediction.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Franklin, J. 1995. Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in Physical Geography*, 19(4), 474-499.
- Grande, L. 2002. *Biogeografía de la vicarianza. Lecturas seleccionadas. 2° ed.* Facultad de ciencias, UNAM. 261-266.
- Gerhard, P., Piggott, R. 2000. *Geografía histórica de la Nueva España, 2° ed. 1519-1821.* Universidad nacional autónoma de México, 495p.
- Global Biodiversity Information Facility: <http://www.gbif.org/>.
- Global Climate Data: <http://www.worldclim.org/>.
- Graham, C. H., Elith, J., Hijmans, R. J., Guisan, A., Townsend Peterson, A., Loiselle, B. A. 2008. The influence of spatial errors in species occurrence data used in distribution models. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 239-247.
- Guisan, A., Harrell, F. E. 2000. Ordinal response regression models in ecology. *Journal of Vegetation Science*, 11(5), 617-626.
- Guisan, A., Theurillat, J. P., Kienast, F. 1998. Predicting the potential distribution of plant species in an alpine environment. *Journal of Vegetation Science*, 9(1), 65-74.
- Guisan, A., Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling*, 135(2), 147-186.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic Systematics.* University of Illinois Press, Urbana.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Hastie, T., Tibshirani, R. 1990. Generalized additive models. *Statistical science*, 297-310.
- Hernandez, P.A., Franke, I., Herzog, S.K., Pacheco, V., Paniagua, L., Quintana, H.L., Soto, A., Swenson, J.J., Tovar, C., Valqui, T.H., Vargas, J., Young, B.E. 2008. Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 17,1353–1366.
- Hirzel, A. H., Hausser, J., Chessel, D., Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, 83(7), 2027-2036.
- <http://www.olinala.guerrero.gob.mx/>.
- Hosmer, D.W.J., Lemeshow, S. 1989. *Applied Logistic Regression.* John Wiley & Sons. New York.

- Houlder D., Hutchinson, M.F., Nix, H. A., McMahon, J. P. 1999. ANUCLIM user's guide. CRES, Canberra, Australia.
- Illsley, C., Aguilar, J., Acosta, J., García, J., Gómez, T., Caballero, N. J. 2001. Contribuciones al conocimiento y manejo campesino de los palmares de *Brahea dulcis* (HBK) Mart. En la región de Chilapa, Guerrero. Plantas, Cultura y Sociedad. 1ª ed. Universidad Autónoma Metropolitana. México, DF, México, 259-287.
- Jones, P.G., Gladkov, A. 1999. FloraMap: A computer tool for predicting the distribution of plants and other organisms in the Wild. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Koleff, P. 1997. Introducción a las bases de datos en la biología comparada contemporánea. Publicaciones docentes del museo de Zoología "Alfonso Herrera", N° 1, UNAM. 37.
- Leathwick, J. R. 2001. New Zealand's potential forest pattern as predicted from current species-environment relationships. *New Zealand Journal of Botany*, 39(3), 447-464.
- Ley de la Propiedad Industrial:
http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/ley_de_la_propiedad_industrial_2 consultado agosto 2013
- Lachenbruch, P.A. 1975. *Discriminant Analysis*. Hafner. New York.
- Manel, S., Williams, H. C., Ormerod, S. J. 2001. Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of applied Ecology*, 38(5), 921-931.
- Mateo, R.G. 2008. Modelos predictivos de riqueza de diversidad vegetal. Comparación y optimización de métodos de modelado ecológico. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. España.
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M., Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240.
- Morales, N. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambiental Volumen 2/Número 1*. 1-5.
- Morrone, J.J. 2000. "Entre el escarnio y el encomio: León Croizat y la panbiogeografía", *Interciencia*, Vol. 25, núm. 1. 41-47.
- Nelson, G. 1985. A decade of challenge the future of biogeography. *Earth Sciences History*, 4(2), 187-196.
- Nix, H. A., Switzer, M. A. 1991. *Rainforest animals: atlas of vertebrates endemic to Australia's wet tropics*. Australian National Parks and Wildlife Service.
- Olivier, F., Wotherspoon, S. J. 2006. Modelling habitat selection using presence-only data: Case study of a colonial hollow nesting bird, the snow petrel. *Ecological modelling*, 195(3), 187-204.

- Ottaviani, D., Lasinio, G. J., Boitani, L. 2004. Two statistical methods to validate habitat suitability models using presence-only data. *Ecological Modelling*, 179(4), 417-443.
- Pearce, J., Ferrier, S. 2001. The practical value of modelling relative abundance of species for regional conservation planning: a case study. *Biological Conservation*, 98(1), 33-43.
- Pérez, A. M., Poveda, C., Siria, I., Aburto, L., Arets, E., Sotelo, M. 2009. Modelos de nichos potenciales de especies de interés para tomadores de decisión, y su relación con el cambio climático en Nicaragua y América Central. *Encuentro*, 41(84), 62-80.
- Pérez-Rodríguez, P. 2005. Introducción a la biogeografía. Universidad Nacional Autónoma de Chapingo. 237pp.
- Perrin, N., 1984. Contribution à l'écologie du genre *Cepaea* (Gastropoda): Approche descriptive et expérimentale de l'habitat et de la niche écologique. Tesis Doctoral. Universidad de Lausana.
- Peterson, A. T., S. L. Egbert, V. Sánchez-Cordero, K. P. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priorities using distributional modelling and complementarity: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93:85–94.
- Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., y Araújo, M. B. 2011. Ecological niches and geographic distributions (MPB-49). Princeton University Press. 314 pp.
- Phillips, S. J., Dudík, M., Schapire, R. E. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning ACM*. 83 pp.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3), 231-259.
- Real, R., Barbosa, A.M., Vargas, J.M. 2006. Obtaining environmental favourability functions from logistic regression. *Environmental and Ecological Statistics*, 13: 237-245.
- Rushton, S. P., Ormerod, S. J., Kerby, G. 2004. New paradigms for modelling species distributions? *Journal of applied ecology*, 41(2), 193-200.
- Rzedowski, J. 1978. *La Vegetación de México*. Limusa, México.
- Soria Ruiz, J., Ortiz Solorio, C. A., Islas Gutiérrez, F., Volke Haller, V., Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo (México). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Chapingo (México). 1998. Sensores remotos: principios y aplicaciones en la evaluación de los recursos naturales, experiencias en México. *Publicación Especial-Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo*. México 7pp.

- Stockwell, D. R., Noble, I. R. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation*, 33(5), 385-390.
- Soberón, J y T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental Ecological niches and species distributional áreas. *BiodiversityInformatic*. 1-10pp.
- Trópicos: <http://www.tropicos.org/>
- Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D., Kadmon, R. 2007. A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. *Diversity and distributions*, 13(4), 397-405.
- Urbina-Cardona, J. N., Castro, F. 2010. Distribución actual y futura de anfibios y reptiles con potencial invasor en Colombia: una aproximación usando modelos de Nicho Ecológico. *Biodiversidad y Cambio Climático*. Bogota, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 65-72.
- USDA <http://plants.usda.gov>. Banco de imágenes 2014.
- Walker, P. A., Cocks, K. D. 1991. HABITAT: a procedure for modelling a disjoint environmental envelope for a plant or animal species. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 108-118.
- Zaniewski, A. E., Lehmann, A., Overton, J. M. 2002. Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecological modelling*, 157(2), 261-280.
- Zunino, M., Zullini, A. 2003. *Biogeografía; la dimensión espacial de la evolución*. Fondo de cultura económica. México. 359pp.

ANEXO

FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS ESPECIES



Erythrina americana Mille.

Nombres comunes: colorín, tzompantle, piñón espinoso, quimite.



TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: Erythrina

Especie: americana

DESCRIPCIÓN

Árbol de hasta 9 m de alto, con tronco grueso, corteza café lisa con estrías verde claro y cicatrices circulares. Copa globosa, con ramas espinosas y follaje durante algunos meses. Hojas compuestas grandes, con 3 hojuelas triangulares de 7 a 11 cm. Flores rojas bisexuales y alargadas, que crecen en racimos piramidales en las puntas de las ramas. Polinizado por insectos y aves. Fruto es una vaina enroscada que se abre liberando semillas (frijoles) de 1.5 cm, ovaladas, rojas y lustrosas.

DISTRIBUCIÓN

Erythrina del griego *erythrós* (rojo) alude al color de las flores y *Americana* se refiere a su origen (Originario de México). Habita en matorrales y selvas secas, así como bosque de encino entre 1,180 y 1,900 msnm. Utilizado como cerca viva, para sombra y para fabricar artesanías, sus flores son comestibles y tiene muchos usos medicinales. Flores son muy apreciadas en guisados ya sea hervidas o capeadas en salsa, sus frutos se utilizaban como juguetes para los niños (CONABIO 2014).



***Cosmos sulphureus* Cav.**

Nombres comunes: xochipal, Chochopali, girasol amarillo.



TAXONOMÍA

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: Cosmos

Especie: sulphureus

DESCRIPCIÓN

Hierba de vida corta de hasta 2 m de altura, ramificado generalmente hasta la parte superior, hojas opuestas de hasta 20 cm de largo, pueden presentar diminutos dientes poco evidentes en el margen, su inflorescencia son cabezuelas sobre pedúnculos delgados, ubicados hacia la punta de las ramas Flores liguladas generalmente 8, estériles, ubicadas en la periferia de la cabezuela, la corola es un tubo en la base y a manera de cinta en la mayor parte de su

longitud, semejando el pétalo de una flor sencilla, de color anaranjado intenso o anaranjado-amarillento, de hasta casi 3 cm de largo, su forma es obovada con 3 dientecillos en el ápice que es redondeado, el fruto es seco indehiscente, contiene una sola semilla

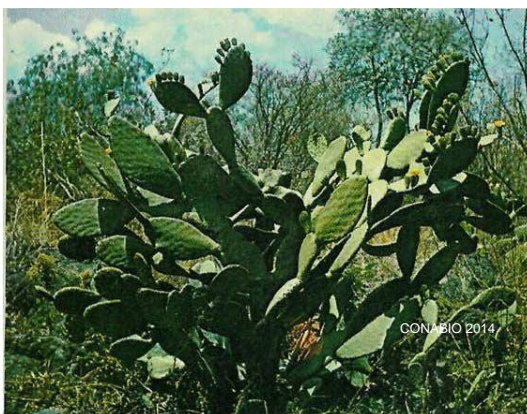
DISTRIBUCIÓN

Habita principalmente en selva baja caducifolia, pero también en las partes bajas de bosques templados de pino-encino, se distribuye en el oeste de México de los 450 a los 1800 m.s.n.m. Cultivada ampliamente como ornamental en regiones templadas y tropicales (CONABIO 2014).



***Opuntia ficus-indica* L.**

Nombres comunes: nopal.



TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida
Orden: Caryophyllales
Familia: Cactaceae
Género: *Opuntia*
Especie: *ficus-indica*

DESCRIPCIÓN

Arborescentes, de 3 a 5 m de alto o más. Tronco leñoso bien definido de 60 cm a 1.50 m de altura y 20 a 30 cm de diámetro. Artículos oblongos hasta largamente obovados, de 30 a 60 cm de largo y 20 a 40 cm de ancho y 1.9 a 2.8 cm de grueso, color verde opaco; integran ramas de varios artículos que forman una copa muy ramosa. Aréolas distantes separadas entre sí como 2 a 5 cm, pequeñas, angostamente elípticas, de 2 a 4.5 mm de largo, 3 mm de ancho. Espinas casi siempre ausentes, cuando existen son escasas y pequeñas; más o menos numerosas, amarillas, caducas. Flores de 7 a 10 cm de diámetro y como de 6 a 8 cm de largo. Fruto oval, de 5 a 10 cm de largo y 4 a 8 cm de diámetro, amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo, con abundante pulpa carnosa.

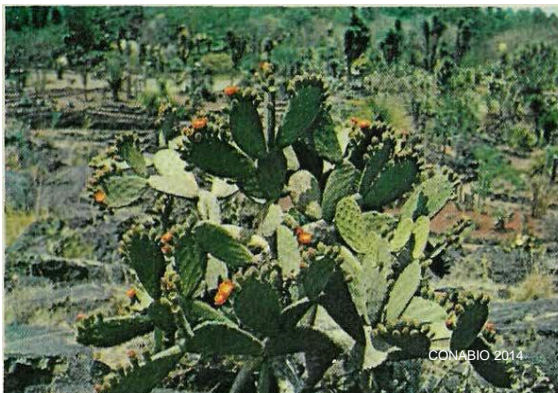
DISTRIBUCIÓN

Ampliamente cultivado en las poblaciones del altiplano mexicano, posiblemente desde épocas prehispánicas y también en las de los Estados de México, Puebla, Oaxaca y otros. Sus frutos y sus artículos tiernos son comestibles (CONABIO 2014).



***Opuntia tomentosa* Salm-Dyck**

Nombres comunes: nopal.



TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida
Orden: Caryophyllales
Familia: Cactaceae
Género: *Opuntia*
Especie: *tomentosa*

DESCRIPCIÓN

Arborescente de 3 a 5 m de altura. Tronco liso de 10 a 30 cm de diámetro, ramas abundantes formando una copa amplia. Artículos oblongos hasta angostamente obovados, de 10 a 60 cm de longitud. Espinas generalmente ausentes, cuando las hay son 1 a 3, amarillentas. Flores anaranjadas, de 4 a 5 cm de longitud. Espinas generalmente ausentes, cuando las hay son 1 a 3, amarillentas. Flores anaranjadas, de 4 a 5 cm de longitud.

DISTRIBUCIÓN

Región central de México. Abundante en el Valle de México.

Este nopal fue uno de los usados desde la época prehispánica hasta nuestros días para el cultivo de la cochinilla (CONABIO 2014).



***Lagenaria siceraria* (Molina)
Standl.**

Nombres comunes: porongo, mate, calabaza de peregrino, guaje, bule o jícaro.



TAXONOMÍA

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: Lagenaria

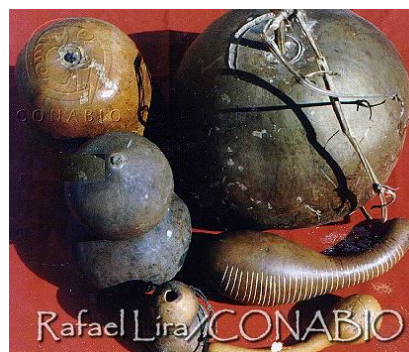
Especie: siceraria

DESCRIPCIÓN

planta herbácea anual, que produce zarcillos axilares bífidos, los tallos alcanzan los 9 m, y son acostillados, las hojas son pecioladas, alternas, ligeramente tribuladas o heptalobuladas y reniformes, ligeramente pilosas, de hasta 30 cm de largo; tienen un olor almizclado característico y a veces muy intenso, planta monoica; produce flores unisexuales, actinomorfas y pentámeras, cuya corola tiene los pétalos libres, pubescentes y de color blanco.

DISTRIBUCIÓN

Crece de forma silvestre en terrenos húmedos y soleados en climas templados a tropicales es cultivada, los tallos y frutos se utilizan para consumo, en algunos países de Sudamérica el fruto seco y curado es un recipiente tradicional; en México, el guaje es secado y ahuecado para almacenar agua, en esta forma se le conoce como guaje o bule; cuando se corta sólo la base para fabricar jícaras. También es utilizado para que los canarios construyan sus nidos cuando viven en cautiverio (CONABIO 2014).



***Manihot foetida* (Kunth) Pohl.**

Nombres comunes: pipirucha.



DISTRIBUCIÓN

La distinción de estas especies no es clara. *M. foetida* se conoce sólo de cultivo en México central (CONABIO 2014).

TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Manihot*

Especie: *foetida*

DESCRIPCIÓN

Árbol que puede alcanzar un crecimiento en altura de 4 metros, las especies están separadas sólo sobre la base de la pubertad en el ovario, las semillas de esta especie son enormes, es conocido en México como "árbol de la cucaracha", debido a la semejanza de las semillas a las cucarachas, el tipo de fruto de esta especie es una capsula, el largo promedio del fruto es de 2 cm; el fruto contiene numerosas semillas las cuales presentan un largo promedio de 9.5 mm.

***Quercus glaucoides* Mart. & Gal.**

Nombres comunes: encino azul.



TAXONOMÍA

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Familia Fagaceae

Género: *Quercus*

Especie: *glaucoides*

DESCRIPCIÓN

Árbol de 3 a 13 m de altura con corteza gris y escamosa, con hojas oblanceolada de 3.7 a 15.5 cm de largo por 1.5 a 7.0 cm de ancho; margen ondulado con 3 a 6 dientes a cada lado; haz verde grisáceo y opaco, con un fruto anual, solitario o en grupos de tres; bellota ovoide de 12 a 18 mm de largo.

DISTRIBUCIÓN

Se encuentra en laderas, bosque de encino y bosque tropical caducifolio entre 830 a 2,000 msnm y sobre suelos pedregosos y someros.

En México; se distribuye en Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas (CONABIO 2014).



***Bursera linanoe* (La Llave)
Rzed. Calderón & Medina.**

Nombres comunes: lináloe.



TAXONOMÍA

Familia: Burseraceae

Género: Bursera

Sección: Bullockia

Grupo: glabrifolia

Especie: linanoe

DESCRIPCIÓN

Árbol de 3.5-5 m de alto. Corteza gris rojiza no exfoliante, aroma intenso, hojas de 6.5-12 cm de largo, inflorescencias paniculadas, con cerca de 3-4 flores, drupas bivalvada

DISTRIBUCIÓN

De distribuye en la Depresión Oriental del Balsas, y en la región de Tehuacan-Cuicatlan, en altitudes entre 500 m-1250 m, parece tener preferencia por las rocas volcánicas (CONABIO 2014).



***Salvia hispánica* L.**

Nombres comunes: chía.



TAXONOMÍA

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Salvia*

Especie: *hispánica*

DESCRIPCIÓN

Herbácea anual; de hasta 1 m de altura, presenta hojas opuestas de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 de ancho, las flores son hermafroditas, entre purpúreas y blancas que brotan en ramilletes terminales, las flores dan lugar a un fruto en forma de aqueno indehisciente cuya semilla es rica en mucílago, fécula y aceite; tiene unos 2 mm de largo por 1,5 de ancho, y es ovalada y lustrosa, de color pardo-grisáceo a rojizo y florece entre julio y agosto.

DISTRIBUCIÓN

Originaria de Mesoamérica y su mayor diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico, se encuentra en áreas de bosque de pino-encino y se distribuye en ambientes semicálido y templados del Eje Neovolcánico Transversal, de Las Sierras Madre Occidental, del Sur y de Chiapas, en altitudes entre 1400 y 2200 m (CONABIO 2014).



***Indigofera suffruticosa* P.Mill.**

Nombres comunes: Añil, jiquilite.



TAXONOMÍA

Clase: Magnoliopsida
Orden: Fabales
Familia Fabaceae
Genero Indigofera
Especie suffruticosa

DESCRIPCIÓN

Arbusto erecto de hasta 3 m de altura, En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas); las hojas son alternas, compuestas generalmente con 11 a 17 hojitas (llamadas foliolos) elípticas a oblanceoladas, raramente obovadas, de hasta 3 cm de largo las flores son de hasta 5 mm de largo; el cáliz de hasta 1.5 mm de largo, es un tubo terminado en 5 lóbulos puntiagudos, ligeramente más largos que el tubo; la corola en tonos rojos, de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte (cubierto en su cara externa de abundantes pelillos), en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas

y por último los dos más internos, también similares entre sí y fusionados forman la quilla (que envuelve a los estambres y al ovario); estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado terminado en un estigma pequeño, los frutos son legumbres oblongas, rollizas, marcadamente curvadas, de hasta 2 cm de largo, cortamente puntiagudas, cubiertas de pelillos, con 3 a 7 semillas.

DISTRIBUCIÓN

Selva alta perennifolia y selva baja subcaducifolia desde el nivel del mar hasta los 1400 m. Esta especie es el añil (o índigo) de las Américas, se usaba para teñir ropa, pero también para murales y otras pinturas. El colorante es una pasta producida por las hojas fermentadas, el color azul se desarrolla cuando la prenda teñida o la pared está expuesta al oxígeno del aire (CONABIO 2014).

