



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Distribución potencial de especies silvestres de los géneros
Opuntia Mill. y *Nopalea* Salm-Dyck de San Luis Potosí.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:

RENE MORALES VILLAFÑA

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. LÉIA AKCELRAD LERNER DE SHEINVAR



México, D.F.

julio de 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

En primer lugar a mis padres

A **María Ines Villafaña Pérez** mi amá, la mujer a quien más admiro en este mundo por ser tan valiente, dedicada e inteligente, a la mujer que le debo lo que hoy soy, claro también porque me cuidó, me cuida y me consiente, por ser la persona que me enseñó qué es el cariño y a decir las cosas como son, por eso y miles de cosas más que aprendí de ella.

A **Ignacio Andres Morales Salas** mi apá, por ser la figura estricta de mi vida, la que me ha llevado por el buen camino gracias a sus regaños y chingas (gracias por educarme), también por enseñarme a ser responsable y a que tengo que superarme en todo y a nunca conformarme.

Los quiero mucho amá y apá.

A mis hermanos **Beto, Perla, Oma** y a la más chiquita la **Mali**, porque aunque dicen que yo soy adoptado no les creo porque sé que lo dicen de dientes para fuera, y que aunque creo no somos hermanos ejemplares nos apoyamos y nos demostramos que nos queremos de una forma distinta a la común. Y con este paso que hoy doy espero los motive un poco para que sepan la importancia de seguir estudiando y que cualquier problema que se nos presente lo podemos resolver juntos, échenle ganas.

A mi **Brendita** (pequeña) a quien admiro por muchas cosas, por ser mi cómplice y mi media naranja y por compartir todo este tiempo que llevamos de conocernos, también por ser mi conciencia (la buena y la mala claro), por todo ese apoyo que me brindo para realizar este trabajo y que sin ella nomás nunca hubiera acabado y bueno todo lo que ella me ha enseñado y demostrado se reduce a esto (TE AMO).

A mi nueva familia: al señor **Ramón**, a la señora **María Eugenia**, a **Nely** y **Kika** por su amabilidad y respeto.

A mis casi papás **Arturo** y **Silvia**, también a mis casi hermanos **Ricardo, Rodrigo** y **Raquel** por todo su apoyo y confianza.

Bueno también a unas personitas súper importantes en mi vida, a todos mis amigos. Empezamos con mi pompi **Jorge Cruz** mi amigo incondicional y un excelente ser humano, aunque un poco farol.

A Alex el único pelón que me agrada, por ser un amigo ejemplar y a la altura.

A mi **Lorenita** y su amistad, también por haberme enseñado a mantener siempre la cara en alto sobre todo.

A **Juanito** por todo su apoyo y también porque a pesar de las adversidades nuestra amistad prevalece.

A **Ángel** por su ayuda en este trabajo, y también demostrarme que puedo contar con su apoyo en cualquier problema, por ser una persona que admiro por su inteligencia y por enseñarme con su ejemplo que tipo de ser humano no debo ser :P

A **Betin** por su tacto y amabilidad y por ser un súper amigo.

A **Manuel** que a pesar de ser diferente ha demostrado ser un excelente amigo en todos los aspectos.

A **Tania, Jessy y Chucho** por su amistad y hacerme ver el lado alegre de la vida.

También a **Carmelo** por demostrarme su amistad y nobleza y siempre tomarme en cuenta.

A **Regina, Daphne, Jesy y Kary** por su súper amistad y bellos recuerdos que hacen que cada que las recuerdo me salga una sonrisa.

Y claro a mis súper amigos **Verver, Efras y Gerardo** mis amigos de toda la vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis **Léia Akcelrad Lerner de Sheinvar** por compartir todos sus conocimientos, apoyo y enseñanza.

A mis sinodales, a la maestra **Balbina Vázquez Benítez**, el doctor **Arcadio Monroy Ata** y **David Nahum Espinosa Organista** y al biólogo **Juan Romero Arredondo**, por sus importantes aportaciones para el mejoramiento de este trabajo y por su tiempo y dedicación.

A la maestra **Bety** por motivarme cada vez que me veía y por ayudarme con los engorrosos trámites.

A **Dulce, Dany, Lalo y Mariana** por su ayuda campo y por su ayuda con mis dudas en el laboratorio.

A **Miguel, Edgardo, Manuel, Mina, Yola y Fer** por toda su motivación.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	5
HIPÓTESIS	5
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS PARTICULARES	5
MATERIAL Y MÉTODO	6
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
TRABAJO DE CAMPO	6
TRABAJO DE GABINETE	7
DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	7
CAPTURA EN LA BASE DE DATOS	7
HERBORIZACIÓN.....	7
MAPEO	8
CULTIVO <i>EX SITU</i> DE NOPALES	10
RESULTADOS	10
<i>Nopalea auberi</i> (Pfeiff.) Salm-Dyck.	13
<i>Nopalea dejecta</i> (Salm-Dyck) Salm-Dyck.....	15
<i>Nopalea karwinskiana</i> (Salm-Dyck) K. Schum.....	17
<i>Opuntia aciculata</i> Griffiths	19
<i>Opuntia azurea</i> Rose	21
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch	23
<i>Opuntia chavena</i> Griffiths	25
<i>Opuntia chlorotica</i> Engelm. & Bigelow	27
<i>Opuntia cochinerana</i> Griffiths	29
<i>Opuntia cretochaeta</i> Griffiths	31
<i>Opuntia durangensis</i> Britton & Rose.....	33
<i>Opuntia fuliginosa</i> Griffiths	35
<i>Opuntia glaucescens</i> Salm-Dyck.....	37
<i>Opuntia grandis</i> Pfeiff.	39

<i>Opuntia guerrana</i> Griffiths.....	41
<i>Opuntia guilanchi</i> Griffiths	43
<i>Opuntia hyptiacantha</i> F.A.C. Weber	45
<i>Opuntia joconostle</i> F.A.C. Weber ex Diguét	47
<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.....	49
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	51
<i>Opuntia macrorhiza</i> Engelm.....	53
<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dyck.....	55
<i>Opuntia megarhiza</i> Rose	57
<i>Opuntia pachona</i> Griffiths.....	59
<i>Opuntia pubescens</i> (Lem.) H. Wendl.....	61
<i>Opuntia pumila</i> Rose	63
<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber.....	65
<i>Opuntia santa-rita</i> (Griffiths & Hare) Rose	67
<i>Opuntia spinulifera</i> Salm-Dyck	69
<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.....	71
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	73
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck.....	75
<i>Opuntia velutina</i> F.A.C Weber.....	77
DISCUSIÓN.....	79
CONCLUSIÓN	84
LITERATURA CITADA.....	85
ANEXO I	90

RESUMEN

En México las especies de nopales silvestres pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* de la familia Cactaceae, poseen una gran importancia ecológica, económica y cultural; además son componentes dominantes de la flora mexicana de zonas áridas y semiáridas, adaptándose a diferentes condiciones ambientales al soportar escasa humedad, gran variabilidad de temperatura y que colonizan prácticamente cualquier tipo de topografía. Sin embargo, como cualquier grupo taxonómico, presentan umbrales ambientales que limitan su distribución. Un obstáculo para analizar los patrones espaciales de los nopales es que se cuenta solo con pocos datos georreferenciados disponibles, por lo cual se han definido modelos predictivos que ayudan a estimar la distribución potencial en función del concepto de *nicho ecológico*. El presente estudio se ubicó en el estado de San Luis Potosí, el cual cuenta con un registro de 33 especies de nopales silvestres, donde se evaluó para cada una de sus especies la distribución geográfica conocida, y se generaron modelos de distribución real y potencial, mediante el programa MaxEnt (Método de la Máxima Entropía), empleando el Modelo Digital de Elevación (MDE), en celdas de 30 seg. (~1 km²) de resolución espacial y 19 variables bioclimáticas. Dicho modelo sirvió de base para ser editado con el programa ArcMap 9.3 de ArcGis, creando un modelo de distribución potencial más confiable, que abarcó un rango de probabilidad de la distribución potencial del 80 por ciento en adelante y generó su respectiva descripción, que abarca: ubicación geográfica y la coincidencia con capas de provincias fisiográficas, clima, precipitación, temperatura y elevación, obteniendo nuevas áreas de distribución. Al predecir las áreas donde las especies puedan prosperar, es posible comprender los factores que controlan sus patrones de distribución, además brinda herramientas para planeación, conservación y programas de manejo.

INTRODUCCIÓN

México es un país megadiverso, aunque posee una superficie territorial de 1 964 375 km² ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en riqueza vegetal (CONABIO, 2006; Luna, 2008). A partir del siglo XX se ha desarrollado interés por el conocimiento y conservación de la biodiversidad, ante esta situación se han desarrollado métodos que permitan su adecuada catalogación, conservación y uso sustentable (Dirzo, 1990; Llorente y Castro, 2002).

Aunque en la actualidad, uno de los más graves problemas a los que se enfrenta México, principalmente en los trópicos, donde se concentra la mayor cantidad de recursos vegetales, es la acelerada destrucción de sus hábitats y la pérdida de especies. No es deseable el crecimiento económico que se basa en la depredación de los recursos naturales, no garantizando la permanencia de las especies existentes en su territorio natural, (Sarukhán y Dirzo, 1992). Lamentablemente, México muestra una alta tasa de deforestación que alcanza cerca del cinco por ciento anual y que aumenta el riesgo de una pronunciada pérdida de diversidad ecológica y biológica (Toledo *et al.*, 1989).

Los nopales constituyen uno de los grupos de plantas más importantes para mantener el equilibrio ecológico en grandes extensiones áridas y semiáridas del territorio mexicano, donde escasean las lluvias. También contribuyen de forma significativa a la regeneración, fijación, formación y retención del suelo y son la principal fuerza en la lucha contra la desertificación (Zimmermann *et al.*, 2007). Desafortunadamente, las nopaleras silvestres no son la excepción, sus ecosistemas se reducen y fragmentan cada vez más por actividades humanas, que no toman en cuenta los daños ecológicos, ya sea para el incremento de asentamientos humanos, desarrollo de industrias, cultivos de subsistencia, ganadería, creación y ampliación de carreteras, construcción de presas y líneas eléctricas entre otros, así como los efectos del cambio climático que se acentúa cada vez más.

Los nopales pertenecen a la familia de las cactáceas que se caracteriza por la presencia de estructuras especializadas llamadas aréolas, y a la subfamilia *Opuntioideae*, grupo taxonómico que se caracteriza por la presencia de glóquidas en sus areolas, además de semillas con un arilo esclerenquimatoso. *Opuntia* Mill. y *Nopalea* Salm-Dyck son los dos géneros a los que pertenecen los nopales, los cuales pueden ser rastreros, arbustivos o arbóreos, tienen tallos verdes, fotosintéticos, suculentos, de forma aplanada, llamados cladodios o pencas y éstos son encadenados. Las plantas jóvenes desarrollan hojas deciduas en la base de sus aréolas. En el género *Opuntia* las flores son rotadas en la antesis, son de coloración amarilla en la mayoría de las especies, aunque también hay algunas especies con flores rojas o anaranjadas, sus polinizadores son insectos,

principalmente abejas y poseen el androceo y gineceo incluso en el perianto, los granos de polen son poligonales, periporados y la exina es reticulada (Bravo, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014; Leuenberger, 1976). En *Nopalea* las flores son tubulosas y casi no abren en la anthesis, tienen los aparatos reproductores exsertos sobre el perianto y son de color rojo o anaranjado, sus polinizadores son colibríes; los granos de polen son poliédricos, exina tectada y con transición entre poros y colpos. En los nopales los frutos dulces (tunas) son estructuras complejas, donde lo que se come son los azúcares acumulados en los funículos de las semillas. Hay frutos ácidos, llamados xoconostles, donde lo que se come son las paredes anchas, utilizadas como condimento, con pH ácido. Hay también frutos agridulces, probablemente híbridos entre especies con frutos dulces y especies con fruto ácido (xoco-tunas) (Scheinvar, *et al.*, 2009). Sin embargo hay pocos estudios sobre las xoco-tunas.

La utilización de los nopales en México se remonta a unos 35 mil años, cuando los llamados “amerindios” llegaron al Continente Americano y hace unos 10 mil años, alcanzaron Chihuahua. Las fuentes históricas disponibles indican que las antiguas grandes nopaleras del centro de México, llamadas “Gran Tunal”, fueron uno de los recursos naturales trascendentes en el proceso de sedentarismo de las tribus nómadas de México. Algunos de los nombres geográficos de México tienen el sufijo *nochtli*, que sin duda fue dado a ciertos pueblos por haber sido regiones donde abundaban los nopales o la cochinilla de la grana (Bravo, 1978). Las nopaleras eran fuente de alimento (sus tallos, flores y frutos), posteriormente utilizados con fines medicinales y otros usos (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1995). El nopal era utilizado para tratar infecciones, mitigar dolores de muela e inflamaciones, quemaduras de la piel, así como problemas estomacales y renales. Posteriormente sobre los nopales se cultivó la cochinilla de la grana (*Dactylopius coccus*), insecto del cual se extrae el ácido carmínico. Las pencas de los nopales son utilizados hasta hoy en día como alimento y forraje para el ganado, principalmente en época de sequía. En la actualidad en México los solares donde se cultivan diferentes especies de nopales, son muy importantes, ya que se consideran como reservas genéticas de este género (Pimienta, 1997).

Los nopales están asociados a la riqueza de animales silvestres mexicanos. Constituyen un alimento básico en la dieta de gran número de especies de mamíferos incluyendo venados, toros bravíos, roedores, jabalíes y coyotes, brindan refugio y alimento a insectos, aves, roedores y lagomorfos (Soberón *et al.*, 2001; Pérez-Sandi, 2001). En época de floración constituyen plantas melíferas. Durante la noche, sus

estomas se abren, tienen la capacidad de exudar algo de agua por sus raíces, lo que humidifica el suelo y asociados a sus raíces se encuentran micorrizas y bacterias nitrificantes que absorben el nitrógeno del aire, enriqueciendo el suelo.

Se reconoce para México 91 especies silvestres del género *Opuntia* con 23 variedades o subespecies. Especies endémicas de México: 69 especies de *Opuntia* y 8 de *Nopalea*. Especies microendémicas de distribución restringida de *Opuntia* son 10 (Scheinvar *et al.*, 2014).

Al igual que ocurre con la mayoría de las entidades federativas de México, el estado de San Luis Potosí carece de un estudio monográfico que resuma la diversidad de especies vegetales y animales que lo habitan y que es considerado como uno de los estados con mayor biodiversidad en el país. Estudios encaminados a su conocimiento han sido escasos (Flores-Villela y Gérez, 1994).

San Luis Potosí posee una superficie territorial de 61,137 km² que equivale al 3.1 por ciento del territorio nacional. La riqueza biológica de San Luis Potosí se debe a que presenta una gran diversidad de climas, suelos y altitudes. Los climas van desde los secos y cálidos a los templados y semicálidos; los de tipo seco semicálido se localizan en la parte central y occidental del estado. El seco templado es el que presenta la mayor cobertura en el territorio potosino (77 por ciento) y en estos climas las precipitaciones son escasas e irregulares (entre 300 y 400 mm anuales), por lo que las corrientes de agua son de régimen intermitente (INEGI 2003), lo que indica que la mayor parte del territorio estatal cuenta con las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de muchas de las especies de nopales silvestres presentes en el país.

Ante esto, se necesita elaborar estrategias de conservación para evitar o frenar la pérdida de la biodiversidad y para ello, se requiere conocer la diversidad biológica actual, cuánto existe y cómo se distribuye geográficamente, tanto real como potencialmente y así, elaborar propuestas de conservación y de cultivo de especies donde las condiciones ecológicas son las adecuadas. Sin embargo, como generalmente no se cuenta con el inventario completo de un sitio o área determinada y lo que se tiene son solamente muestreos dispersos, resulta indispensable recurrir al modelado (Colin *et al.*, 2006). Entre los tipos de modelos predictivos que nos ayuda a estimar la distribución potencial, se encuentra el programa MaxEnt (Método de la Máxima Entropía), basado en el concepto de *nicho ecológico*, que predice las áreas donde las especies pueden prosperar.

JUSTIFICACIÓN

Para el estado de San Luis Potosí los estudios encaminados al conocimiento de la biodiversidad no son muy abundantes, aunque es considerado como uno de los estados con mayor biodiversidad en el país (Flores-Villela y Gérez 1994). Por otra parte el territorio estatal es uno de los más ricos en especies de nopales silvestres, contando con un total de 30 especies para el género *Opuntia*, y tres del genero *Nopalea* (Scheinvar *et al.*, 2014), de gran importancia ecológica, económica y cultural (Zimmermann *et al.*, 2007). Por lo tanto, a partir de la prospección en campo e identificación de la diversidad de especies productoras de nopales silvestres (Scheinvar *et al.*,2014), se estimó la distribución geográfica potencial nacional de las especies de nopales silvestres para el estado de San Luis Potosí, obteniendo modelos cuya información nos permite entender y explicar los patrones de la diversidad biológica de los nopales silvestres para su eventual introducción en otras áreas y conservación (Llorente y Morrone, 2001).

HIPÓTESIS

Si los nopales silvestres pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* presentes en el estado de San Luis Potosí se desarrollan principalmente en zonas semiáridas entonces la distribución geográfica potencial nacional de estos géneros se acentuara sobre las regiones xéricas de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Modelar la distribución geográfica potencial de las especies pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* registradas en el estado de San Luis Potosí.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Contribuir al conocimiento de la biodiversidad de los nopales silvestres presentes en el estado de San Luis Potosí.
2. Crear descripciones actuales de la distribución geográfica potencial de las especies pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* registradas en el estado de San Luis Potosí, que cuenten con una probabilidad del 80 por ciento en delante de prosperar exitosamente.

3. Contribuir al incremento de la colección viviente de especies de nopales mexicanos situada en el JB-IB-UNAM.
4. Contribuir al incremento de los herbarios: MEXU, CHAP, ARIZ y MO con las especies colectadas en San Luis Potosí, pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*.

MATERIAL Y MÉTODO

La metodología se llevó a cabo en tres fases: trabajo en gabinete, campo y cultivo *ex situ*.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se revisó la bibliografía especializada en cactáceas (Scheinvar *et al.*, 2014; Bravo, 1978) con el fin de obtener un listado de las especies de nopales silvestres presentes en el estado de San Luis Potosí.

TRABAJO DE CAMPO

A partir de la revisión de la base de datos del Laboratorio de Cactología del Instituto de Biología de la UNAM, se creó una ruta, en la cual se tomaron como áreas prioritarias las que no contaban con registros de colecta de las especies de nopales silvestres, esta ruta se trazo con base a vialidades principales y en el siguiente orden de sitios a visitar: Santa María del Río, Zaragoza, Río Verde, Tamasopo, El Naranjo, Ciudad del Maíz, Guadalcazar, Matehuala, Catorce, Villa de Guadalupe, Santo Domingo, Villa de Ramos, Moctezuma, Villa de Reyes y Santa María del Río, enriqueciendo de una forma homogenizada a la dicha base de datos, paso que nos permite generar una mejor distribución potencial. Se realizaron dos salidas de campo al estado de San Luis Potosí, una en el mes de mayo (mes de floración de muchas especies de nopales), y otra en julio (tiempo en que los frutos están totalmente desarrollados), siendo estructuras necesarias para una mejor determinación taxonómica. Cada salida con una duración de catorce días aproximadamente. En cada localidad indicada para el muestreo se escogieron poblaciones de nopales silvestres, que contaran con un mayor número de plantas de la misma especie y/o de especies distintas (plantas sanas y sin cicatrices). Se registró de cada planta su número de colecta, altura, copa, tronco, corteza, altura de la primera ramificación, datos fenológicos que facilitan la identificación taxonómica de las especies. Se tomaron datos de altitud, latitud y longitud, georreferenciados (GPS Garmin eTrex 210

en decimales y altitud en metros) y fotos digitales a 300 dpi de su hábito, hábitat, tronco, cladodios, flores y/o frutos, cuando había, y especies asociadas. Se colectaron cuatro cladodios de cada planta, con sus flores y/o frutos, en caso de presentar; se destinaron dos cladodios para elaborar cuatro ejemplares de herbario, y dos para cultivo *ex situ* en el Jardín Botánico del IB-UNAM. Con un plumón indeleble se le hizo un marcaje, dándole un mismo número de colecta para cada uno de los cuatro cladodios colectados de cada especie muestreada.

TRABAJO DE GABINETE

DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

La determinación taxonómica de los ejemplares colectados en el campo se llevo a cabo por la especialista en los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, Léia Akcelrad Lerner de Sheinvar.

CAPTURA EN LA BASE DE DATOS

Los datos obtenidos se incorporaron en la base de datos: “Nopales Silvestres Mexicanos”, disponible en UNIBIO:

<http://www.unibio.unam.mx/minidigir/main.jsp?accion=sc&colecciones=MEXU,Herbario>

Y en CONABIO:

<http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=GE&Numero=5>

A partir del trabajo que se realizó, los datos fueron incorporados en la base de datos general que contiene los siguientes campos: procedencia de los datos (colectado u observado), número de registro, fecha de colecta, ubicación del ejemplar (estado, municipio y localidad), coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud), numero de colecta, nombre del colector.

HERBORIZACIÓN

Dos de los cuatro cladodios colectados en el campo de cada planta registrada, fueron seccionados longitudinalmente y junto con sus flores y frutos colocados entre láminas corrugadas de aluminio. Éstas fueron sumergidas por siete días en alcohol etílico de 96°. El paso siguiente fue sacarlas del alcohol y escurrirlas. Una vez escurridos del exceso de alcohol, cada una fue prensada entre periódicos y

cartones y llevadas a una secadora. En cuanto todo el material estuvo seco se retiró de la secadora, se fabricaron sobres con papel periódico, el material seco fue introducido en los sobres con su etiqueta correspondiente. Cada sobre fue enviado a MEXU que es el responsable del envío de los duplicados a los herbarios: CHAP, ARIZ y MO.

MAPEO

A partir de la información existente en la base de datos “Nopales Silvestres Mexicanos” que cuenta con un número de 5944 registros de nopales para el género *Opuntia* y 302 registros para el género *Nopalea*, se seleccionaron todos los registros de las especies pertenecientes a estos géneros que son reportados para el estado de San Luis Potosí, (559 registros), que incluyen datos georreferenciados en grados decimales (compatible con el programa). La predicción de la distribución de las especies fue realizada con el algoritmo de Máxima Entropía, disponible en el programa MaxEnt (v. 3.3.1). Se elaboraron mapas de distribución geográfica potencial. El algoritmo requiere de sitios de observación referenciados en grados decimales y variables ambientales del área de estudio, en este caso toda la república mexicana. Para generar los modelos de distribución geográfica potencial que requirió de variables bioclimáticas, se utilizaron 25 variables (Anexo I), 19 bioclimáticas, obtenidas de WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005); cuatro capas topográficas de Hydro1K (EROS, 2006); de ecorregiones (Olson *et al.*, 2001) e índice de aridez (Trabucco y Zomer, 2009); con las cuales se realizó el modelado de distribución potencial. Todas estas variables bioclimáticas fueron cargadas simultáneamente al igual que las coordenadas de los registros de presencia de cada especie modelada. Se analizaron los modelos de cada especie arrojados por el programa MaxEnt, los cuales contienen un resumen estadístico, con información de los valores de corte, de omisión, comisión y de área bajo la curva (AUC) de cada modelo, los cuales nos indican su confiabilidad (Phillips *et al.*, 2006). El modelo final en MaxEnt se obtiene como una imagen tipo ráster.

Al concluir con la modelación de la distribución potencial se prosiguió a editar los mapas obtenidos con la ayuda del programa ArcMap™ 9.3, en donde las imágenes de tipo ráster se importaron en un formato “grid”. Posteriormente, se realizó una reclasificación de datos para la obtención de un mapa de presencia/ausencia, en donde la presencia fue representada por porcentajes de probabilidad

del 80 en adelante, la ausencia fue representada por todos los porcentajes menores al 80 por ciento, obteniendo así la distribución potencial con un porcentaje del 80 por ciento en adelante, tomado como umbral estadístico para considerar la presencia de la especie en áreas que presentan mayor probabilidad según lo considerado por (Phillips *et al.*, 2006), ver (Tabla 1).

Porcentaje	Categoría
< 80%	0
>80%	1

Tabla 1 Categorías para la reclasificación

Posteriormente, se obtuvo la información en mapas de presencia-ausencia de un formato "grid" a uno de tipo "shape" (.shp). Los procesos se llevaron a cabo en el módulo de Conversión Tools del programa ArcMap™ 9.3. El siguiente paso fue elegir el sistema de coordenadas geográficas con un DATUM WGS 1984, debido a que la información que se tenía abarcaba diferentes estados de la República. Una vez concluido lo anterior se determinó el área de distribución potencial y se calculó el número de píxeles con valores de predicción (presencia) plasmados en km², mismos que se obtuvieron con álgebra booleana (presencia-ausencia) de cada especie. La cartografía digital utilizada fue de precipitación, climas, estados, municipios y provincias fisiográficas, reproducidas de la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO) escala 1:250000, la cual se encuentra disponible en la página electrónica: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Los componentes de la variable topográfica se generaron a partir del modelo digital de elevación, el cual tiene un formato ráster con una resolución de 50 m; la cual se encuentra disponible en la página electrónica:

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/Descarga.asp>.

CULTIVO EX SITU DE NOPALES

Se cultivaron dos cladodios de cada una de las plantas colectadas luego de pasar por un periodo de cuarentena para evitar la introducción de posibles plagas al referido jardín, en camellones del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, organizados según la región de procedencia de las plantas, por afinidades geográficas (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro) y por género. Posteriormente se plantaron los cladodios verticalmente hasta la mitad, para estimular el crecimiento de raíces. De cada planta cultivada se registró su nombre científico, localidad, municipio, nombre del estado, colector, número y fecha de colecta, usos y fecha de cultivo en una base de datos especial.

RESULTADOS

Con respecto a la contribución que se generó en aporte al conocimiento de la biodiversidad de los nopales silvestres presentes en el estado de San Luis Potosí se obtuvo un incremento a la antes mencionada base de datos y se realizaron 25 colectas y sus respectivos ejemplares de herbario.

A continuación se enlistan las especies colectadas con su respectiva información:

LS8376.- *Opuntia rastrera*. Loc. Lourdes. Mpio. Sta. María Del Río. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 47' 00.7" W 100° 37' 38.3" Altitud. 1666 m.s.n.m. Fecha 9. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8377.-** *Opuntia streptacantha*. Loc. Lourdes. Mpio. Sta. María Del Río. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 46' 57.4" W 100° 37' 38.9" Altitud. 1673 m.s.n.m. Fecha 9. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8378.-** *Opuntia spinullifera*. Loc. Lourdes. Mpio. Sta. María Del Río. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 46' 53.5" W 100° 38' 18.6" Altitud. 1687 m.s.n.m. Fecha 9. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8379.-** *Opuntia megacantha*. Loc. Lourdes. Mpio. Sta. María Del Río. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 46' 52.5" W 100° 38' 18.3" Altitud. 1690 m.s.n.m. Fecha 9. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8380.-** *Opuntia hyptiacantha*. Loc. Lourdes. Mpio. Sta. María Del Río. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 50' 08.8" W 100° 38' 18.3" Altitud. 1848 m.s.n.m. Fecha 9. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8385.-** *Opuntia streptacantha*. Loc. Sta. Lucia. Mpio. Sta. María Del Río. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 46' 25.7" W 100° 39' 14.8" Altitud. 1739 m.s.n.m. Fecha 9. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8391.-** *Opuntia rastrera*. Loc. Junto al fraccionamiento el manantial en la zona ecológica Cd. Satélite. Mpio. Zaragoza. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 07' 09.6" W 100° 48' 10.4" Altitud. 1836 m.s.n.m. Fecha 10. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8393.-** *Opuntia spinulifera*. Loc. Carretera rio verde - ciudad Satélite. Mpio. Zaragoza. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 07' 08.4" W 100° 48' 10.9" Altitud. 1931 m.s.n.m. Fecha 10. V.

2011. Col. R. Morales; **LS8394**.- *Opuntia cretochaeta*. Loc. Km. 19. Carretera río verde - ciudad Satélite. Dentro de La reserva de La biosfera. Mpio. Zaragoza. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 03' 35.5" W 100° 36' 53.5" Altitud. 2280 m.s.n.m. Fecha 10. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8398**.- *Opuntia streptacantha*. Loc. San Francisco. Km. 19. Carretera río verde - ciudad Satélite. Dentro de La reserva de La biosfera. Mpio. Zaragoza. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 03' 43.9" W 100° 36' 47.4" Altitud. 2276 m.s.n.m. Fecha 10. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8401**.- *Opuntia streptacantha*. Loc. San José de Gallinas. Km. 159. Carretera río verde - ciudad Satélite. Mpio. Rio Verde. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 01' 26.4" W 100° 12' 30.9" Altitud. 1092 m.s.n.m. Fecha 10. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8402**.- *Nopalea karwinskiana*. Loc. La Lagunita. Km. 148. Carretera río verde - ciudad Satélite. Mpio. Rio Verde. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 58' 49.1" W 100° 06' 57.6" Altitud. 1069 m.s.n.m. Fecha 10. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8403**.- *Opuntia spinulifera*. Loc. San francisco. Mpio. Río verde. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 21° 54' 38.2" W 99° 50' 29.9" Altitud. 1070 m.s.n.m. Fecha 11. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8411**.- *Opuntia rastrera*. Loc. Barbarita. Mpio. Ciudad del Maíz. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 29' 8.3" W 99° 33' 08.4" Altitud. 1300 m.s.n.m. Fecha 12. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8413**.- *Opuntia guilanchi*. Loc. Ciudad del Maíz. Mpio. Ciudad del Maíz. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 25' 40.4" W 99° 35' 13.4" Altitud. 1366 m.s.n.m. Fecha 12. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8417**.- *Opuntia grandis*. Loc. La calzada. Km 97. Carretera Ciudad del Maíz - Matehuala. Mpio. Ciudad del Maíz. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 28' 36.5" W 99° 42' 56.6" Altitud. 1209 m.s.n.m. Fecha 12. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8427**.- *Opuntia cantabrigiensis*. Loc. Km. 1. Carretera Matehuala – Cedral. Mpio. Matehuala. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 42' 5.8" W 100° 37' 27.2" Altitud. 1583 m.s.n.m. Fecha 12. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8428**.- *Opuntia fuliginosa*. Loc. Km. 1. Carretera Matehuala – Cedral. Mpio. Matehuala. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 42' 5.4" W 100° 37' 27.4" Altitud. 1582 m.s.n.m. Fecha 12. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8433**.- *Opuntia megacantha*. Loc. Real de Catorce. Mpio. Catorce. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 41' 48.6" W 100° 51' 36.4" Altitud. 2659 m.s.n.m. Fecha 13. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8451**.- *Opuntia rastrera*. Loc. Zaragoza de Solís. Mpio. Villa de Guadalupe. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 18' 56.7" W 100° 48' 1.6" Altitud. 1737 m.s.n.m. Fecha 13. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8454**.- *Opuntia rastrera*. Loc. Charcas. A cinco Kilómetros de Santo Domingo. Mpio. Santo Domingo. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 15' 13.6" W 101° 19' 03.3" Altitud. 2235 m.s.n.m. Fecha 14. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8460**.- *Opuntia megacantha*. Loc. Zaragoza. Mpio. Santo Domingo. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 08' 19.8" W 101° 44' 56.2" Altitud. 2117 m.s.n.m. Fecha 14. V. 2011. Col. R. Morales; **LS8472**.- *Opuntia megacantha*. Loc. Mulatillo. Mpio. Moctezuma. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 22° 33' 47.2" W 101° 11' 07.8" Altitud. 2048 m.s.n.m. Fecha 14. V. 2011. Col. R. Morales; **LS9075**.- *Opuntia cantabrigiensis*. Loc. Real de Catorce. Mpio. Catorce. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 41' 57.8" W 100° 53' 31.4" Altitud. 2701 m.s.n.m. Fecha 13. VII. 2012. Col. R. Morales;

LS9099.- *Opuntia cochinera*. Loc. La Luz. Mpio. Catorce. Edo. San Luis Potosí. Coordenadas. N 23° 41' 19.5" W 100° 50' 47.7" Altitud. 2606 m.s.n.m. Fecha 14. VII. 2012. Col. R. Morales.

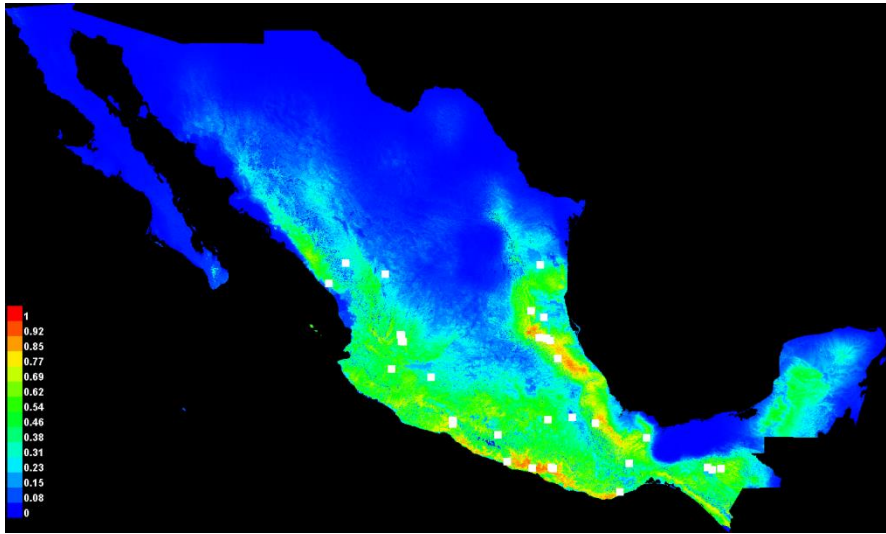
Los modelos de distribución potencial generados a partir del programa MaxEnt para las especies de nopales silvestres de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* presentes en el estado de San Luis Potosí, variaron con respecto a la especie modelada y la amplitud del área de predicción. Estos modelos presentaron valores del área bajo la curva (AUC) cercanos a uno, lo que nos indica una solidez estadística, ya que valores de AUC mayores a 0.5 y cercanos a 1, indican que el modelo generado es mejor que la predicción azarosa (Tabla 2). En este trabajo se tomó como referencia principal de seguridad estadística el valor de AUC con base a lo señalado por Phillips *et al.*, (2006).

Tabla 2 Comparación de valores de confiabilidad de las distribuciones actuales de distribución geográfica potencial: especies registradas, numero pixeles, área distribución potencial, AUC, y porcentaje de territorio nacional

ESPECIE	NUMERO PIXELES	ÁREA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL (Km ²)	AUC	PORCENTAJE DE TERRITORIO NACIONAL
<i>Nopalea auberl</i>	8943	41724.4608	0.916	2.12405782
<i>Nopalea dejecta</i>	8206	38285.9136	0.929	1.949012465
<i>Nopalea karwinskiana</i>	6733	31413.4848	0.922	1.599159264
<i>Opuntia aciculata</i>	4027	18788.3712	0.972	0.956455422
<i>Opuntia azurea</i>	11093	51755.5008	0.911	2.634705736
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	4090	19082.304	0.957	0.971418594
<i>Opuntia chavena</i>	2867	13376.2752	0.973	0.680943058
<i>Opuntia chlorotica</i>	10499	48984.1344	0.918	2.493624405
<i>Opuntia cochinera</i>	3099	14458.6944	0.972	0.736045531
<i>Opuntia cretochaeta</i>	14445	67394.592	0.843	3.430841464
<i>Opuntia durangensis</i>	3870	18055.872	0.969	0.919166249
<i>Opuntia fuliginosa</i>	3852	17971.8912	0.956	0.914891057
<i>Opuntia glaucescens</i>	2005	9354.528	0.987	0.476208871
<i>Opuntia grandis</i>	14492	67613.8752	0.933	3.442004465
<i>Opuntia guerrana</i>	2318	10814.8608	0.985	0.550549707
<i>Opuntia guilanchi</i>	5201	24265.7856	0.965	1.235292935
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	4556	21256.4736	0.973	1.082098561
<i>Opuntia joconostle</i>	5105	23817.888	0.964	1.212491912
<i>Opuntia lasiacantha</i>	4341	20253.3696	0.968	1.031033769
<i>Opuntia leucotricha</i>	5080	23701.248	0.965	1.206554146
<i>Opuntia macrorhiza</i>	7717	36004.4352	0.836	1.832869752
<i>Opuntia megacantha</i>	7761	36209.7216	0.926	1.843320221
<i>Opuntia megarhiza</i>	7908	36895.5648	0.981	1.878234288
<i>Opuntia pachona</i>	4102	19138.2912	0.973	0.974268722
<i>Opuntia pubescens</i>	6316	29467.9296	0.939	1.50011732
<i>Opuntia pumila</i>	4730	22068.288	0.95	1.123425415
<i>Opuntia rastrea</i>	2597	12116.5632	0.975	0.61681518
<i>Opuntia santa-rita</i>	10513	49049.4528	0.919	2.496949554
<i>Opuntia spinullifera</i>	4626	21583.0656	0.971	1.098724307
<i>Opuntia stenopetala</i>	2022	9433.8432	0.973	0.480246552
<i>Opuntia streptacantha</i>	11623	54228.2688	0.949	2.760586385
<i>Opuntia tomentosa</i>	5701	26598.5856	0.957	1.354048265
<i>Opuntia velutina</i>	3169	14785.2864	0.963	0.752671277

***Nopalea auberi* (Pfeiff.) Salm-Dyck.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.916), modelo representado con un rango de colores que corresponden a valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y colores fríos indican mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la especie (Mapa 1). Con ArcMap, a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***N. auberi*** es reportada al centro y sur (S) de México por Bravo-Hollis (1978) y al centro y sureste (SE) por Britton y Rose (1919). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una predicción de la distribución geográfica aumentada y más detallada, dando lugar a franjas de distribución donde los tipos de climas predominantes son cálido-húmedo y cálido-subhúmedo (Am, Aw), con una temperatura media anual mayor a los 22° C y temperatura del mes más frío mayor a los 18° C, tolerando un intervalo de precipitación media anual de 600 a 4000 mm, siendo óptimo el intervalo de 1500 a 2000 mm. Su principal distribución se genera sobre la Sierra Madre del Sur, aumentando notablemente el área de distribución sobre la cara oeste (W) de este sistema montañoso, donde chocan las corrientes de humedad provenientes del Océano Pacífico. Dicha franja abarca la parte S de Oaxaca, Guerrero y Michoacán, disminuyendo notablemente la distribución para el estado de Colima y Jalisco. Otra franja se presenta en la parte SE de la Sierra Madre Oriental, distribuyéndose sobre la cara este (E) del mismo, lugar donde chocan las corrientes de humedad provenientes del Golfo de México contra el sistema montañoso, franja que se distribuye desde el SE del estado de San Luis Potosí, abarcando una pequeña parte al NE de los estados de Querétaro de Arteaga, Hidalgo y Puebla, llegando a la parte suroeste (SW) de la Llanura Costera del Golfo Norte, perteneciente a la parte noroeste (NW) del estado de Veracruz, siguiendo a la parte E de la Faja Volcánica Transmexicana, correspondiente a la parte SW del Estado de Veracruz y una pequeña parte al E del estado de Puebla, con una notable disminución de la distribución, pero aumentando al dirigirse hacia la parte donde colindan la Llanura Costera del Golfo Sur con la Sierra Madre del Sur, en donde nuevamente se forma una franja de distribución, la cual alcanza el NE del estado de Oaxaca. La última franja de distribución con una menor área se ubica en la Cordillera Centroamericana, sobre la parte W de este sistema montañoso que abarca desde el S de Chiapas hasta el SE de Oaxaca. (Mapa 2).



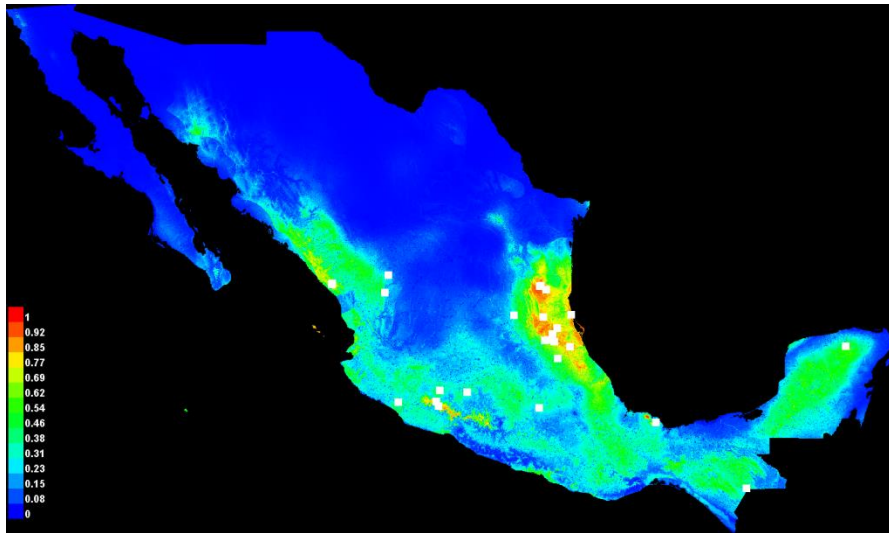
Mapa 1. Distribución geográfica potencial de *Nopalea auberi* y registros de la especie.



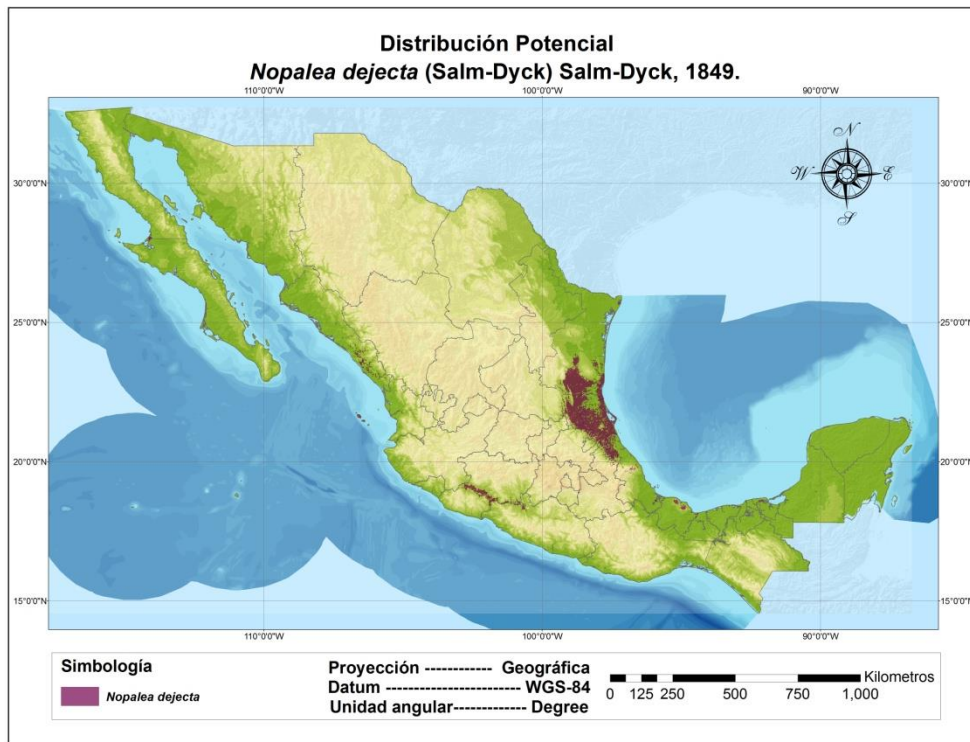
Mapa 2. Distribución geográfica potencial editada de *Nopalea auberi*.

***Nopalea dejecta* (Salm-Dyck) Salm-Dyck.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.929), modelo representado con un rango de colores que corresponden de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 3). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante, representada por píxeles de color púrpura. ***N. dejecta*** es reportada para los estados de Campeche, Chiapas, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas, y Yucatán (Britton y Rose, 1919, Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera un área aumentada y más detallada, dando lugar a franjas de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son cálido-subhúmedo y cálido- húmedo (Aw, Am), con una temperatura media anual mayor a los 22° C y temperatura del mes más frío mayor a los 18° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 400 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 1200 a 1500 mm. Su distribución se presenta básicamente en llanuras, ocupando la mayor parte del territorio de la Llanura Costera del Golfo Norte, siendo más densa en la porción S de esta provincia, formándose una franja amplia de distribución sobre la parte Centro Sur del estado de Tamaulipas, abarcando una pequeña área del extremo SE del estado de San Luis Potosí y una gran parte al norte del estado de Veracruz, y disminuyendo al dirigirse a la parte central del mismo estado, abarcando también una pequeña parte de territorio de la porción E de los estados de Hidalgo y Puebla. Al dirigirse al S en donde la distribución solo se ubica en una pequeña área al E que pertenece a la Faja Volcánica Transmexicana, en donde presenta una distribución dispersa ubicada sobre parte centro Sur de Veracruz. Llegando a unos manchones de distribución al NW de la Llanura Costera Del Golfo Sur, más específicamente en la parte más al S de Veracruz. Otra franja dispersa y delgada abarca áreas en llanuras entre los sistemas montañosos de la Sierra Madre Del Sur, específicamente sobre la parte NW de Guerrero y SE de Michoacán prolongándose hacia el extremo W. Para el estado de Sinaloa se da una distribución muy dispersa en la parte S de la Llanura Costera Del Pacifico y aún más dispersos en la parte NW de la Faja Volcánica Transmexicana más específicamente para Nayarit y sus islas (Mapa 4).



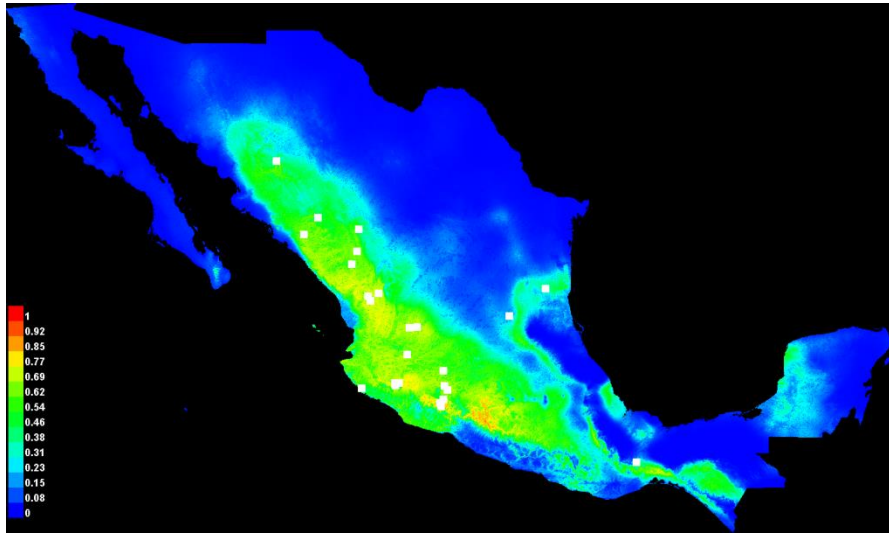
Mapa 3. Distribución geográfica potencial de *Nopalea dejecta* y registros de la especie.



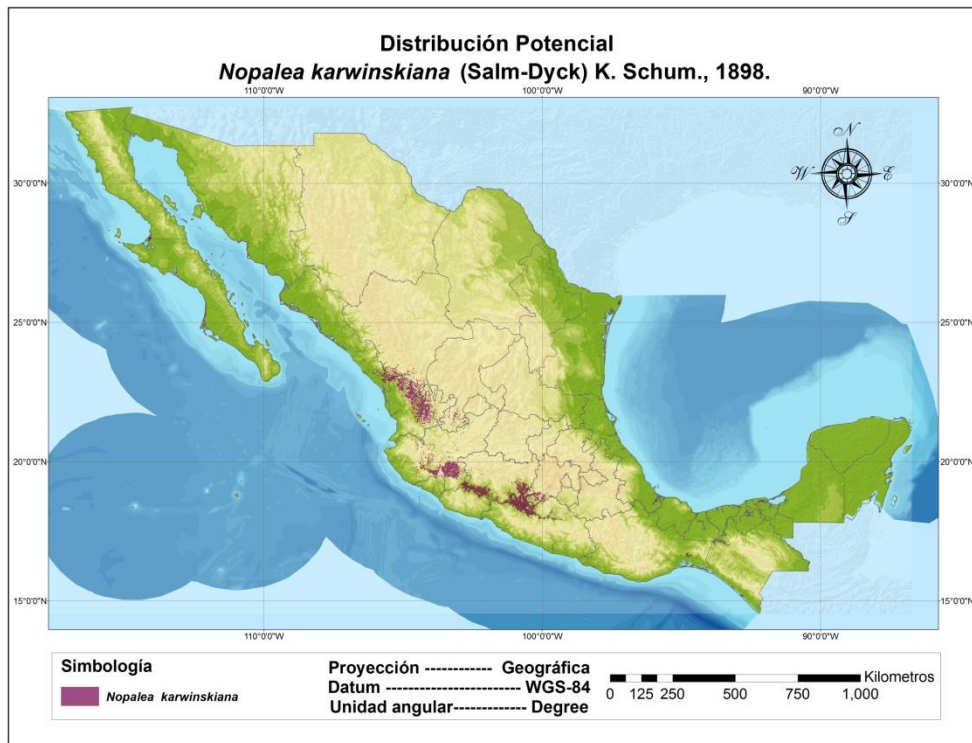
Mapa 4. Distribución geográfica potencial editada de *Nopalea dejecta*.

***Nopalea karwinskiana* (Salm-Dyck) K. Schum.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.922), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0 % hasta el 100 %, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 5). Con ArcMap, a partir de lo anterior, se crea una distribución potencial editada con probabilidad del 80 % en adelante, representada por pixeles de color púrpura. ***N. karwinskiana*** es reportada para el estado de Baja California Norte, Chihuahua, Colima, Durango, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora y Tamaulipaspor (Britton y Rose, 1919; Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). La distribución potencial generada abarca una mayor área de distribución donde los tipos de climas predominantes son cálido-subhúmedo y cálido húmedo (Aw, Am), con una temperatura media anual mayor a los 22° C y temperatura del mes más frío mayor a los 18° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 400 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 1200 a 1500 mm. Su distribución potencial se genera básicamente en llanuras, abarcando grandes áreas de distribución al NE de la Sierra Madre del Sur perteneciente a la parte NW de Guerrero, abarcando también una pequeña porción de territorio al SW del estado de México, creándose una franja delgada de distribución que atraviesa al estado de Michoacán de E a W, llegando a la parte SE de Jalisco, continuando con la distribución sobre la parte SW de la Faja Volcánica Transmexicana que abarca una mayor distribución en la parte SE de Jalisco, aunque se presente una distribución más dispersa para la mayor parte del resto del estado. Al N se genera una amplia distribución, un tanto dispersa, ubicada sobre la parte S de la Sierra Madre Occidental, más específico sobre la mayor parte del territorio E, una pequeña porción al NW de Jalisco y un área dispersa al S de Zacatecas, porción donde colindan linealmente los tres estados, desplazándose cada vez en forma más dispersa sobre una pequeña porción al S de Durango y Sinaloa, prolongándose cada vez más hacia la parte central del estado. Por último, se genera una distribución mínima en la Cordillera Centroamericana, que abarca una pequeña parte al W del estado de Oaxaca, ubicándose sobre los municipios de Ciudad Ixtepec, Asunción Ixtaltepec, San Miguel Chimalapa, Santo Domingo Ingenio y Santiago Niltepec (Mapa 6).



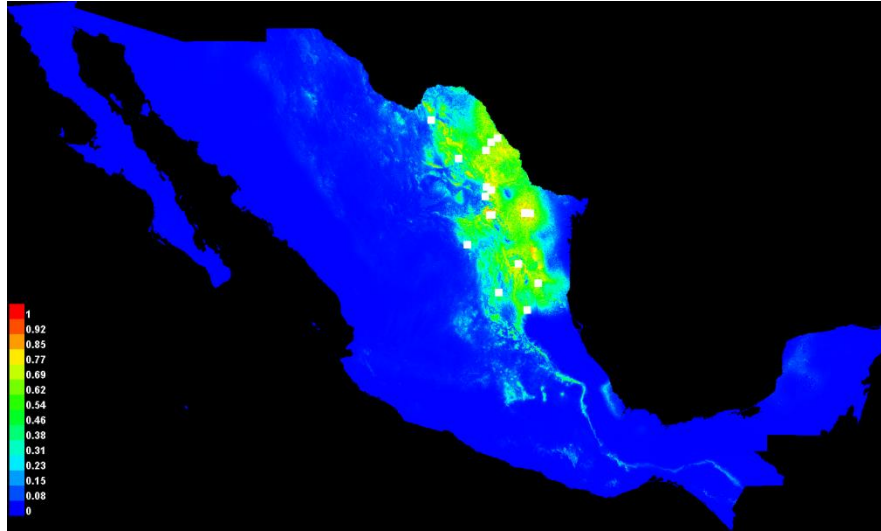
Mapa 5. Distribución geográfica potencial de *Nopalea karwinskiana* y registros de la especie.



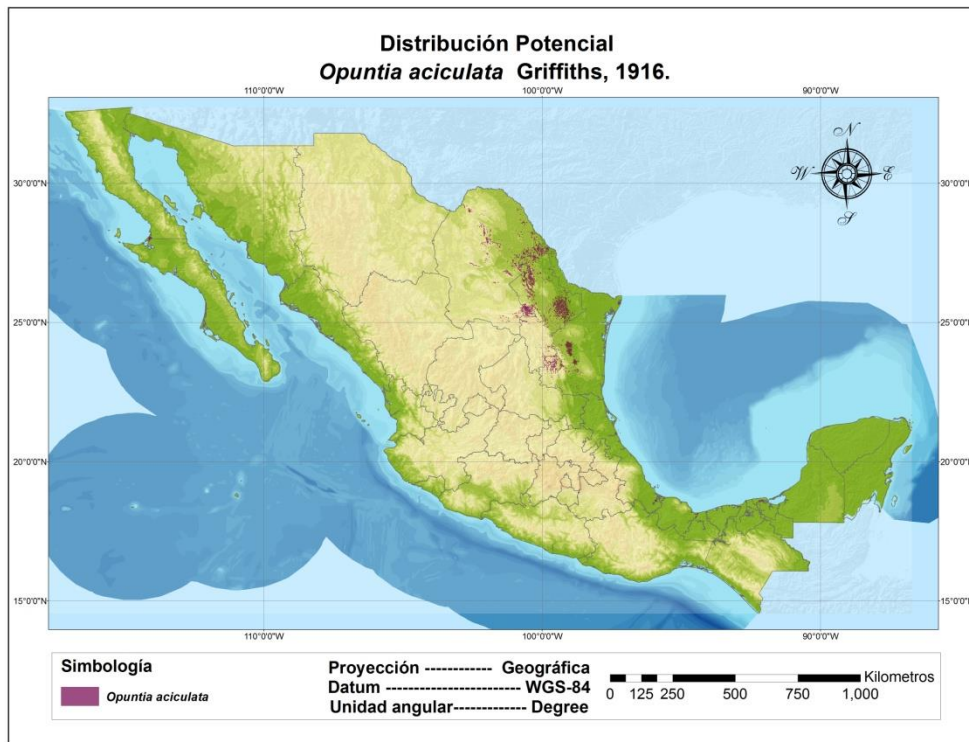
Mapa 6. Distribución geográfica potencial editada de *Nopalea karwinskiana*

***Opuntia aciculata* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt nos indica una modelación confiable, ya que posee un valor (AUC=0.972), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0 % hasta el 100 %, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 7). Con ArcMap, a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por píxeles de color púrpura. ***O. aciculata*** es reportada para el estado San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León y Zacatecas, (Bravo Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución, y se genera una distribución aumentada y detallada donde los tipos de climas predominantes son semiárido-cálido (BS₁ (h') w), con una temperatura media anual mayor a 22°C y una temperatura del mes más frío mayor a 18°C, y semiárido-templado (BS_{1k} (x')), con una temperatura media anual entre 12 y 18°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 125 a 800 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 800 mm. Su distribución potencial se genera básicamente en llanuras, la mayor área de distribución se genera la mayor parte del territorio que ocupa la provincia de Las Grandes Llanuras de Norteamérica, contando con mayor distribución en la porción centro norte y centro sur de la misma haciéndose más dispersa para la porción N y Centro, que corresponden a la porción SW, centro y N del estado de Nuevo León con una distribución amplia haciéndose más dispersa hacia la parte centro, pero aumentando nuevamente en la porción N en donde la distribución continua sobre la parte E en las llanuras del estado de Coahuila. Con respecto a la provincia de la Sierra Madre Oriental se crean tres áreas de distribución, una en el centro S que corresponden a la región SW de Tamaulipas y el SE de Nuevo León, otra en la región centro correspondiente a la parte centro W de Nuevo León y haciéndose más dispersa hacia el SE de Coahuila, y una última más dispersa al N de la provincia que abarca la región centro N y centro E de Coahuila. La última área de distribución corresponde a la provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte que posee dos áreas de distribución una en la porción centro W que corresponde a una franja de distribución en la parte centro W de Tamaulipas haciéndose más dispersa en dirección S, y la segunda un tanto más dispersa en la parte centro del estado de Nuevo León (Mapa 8).



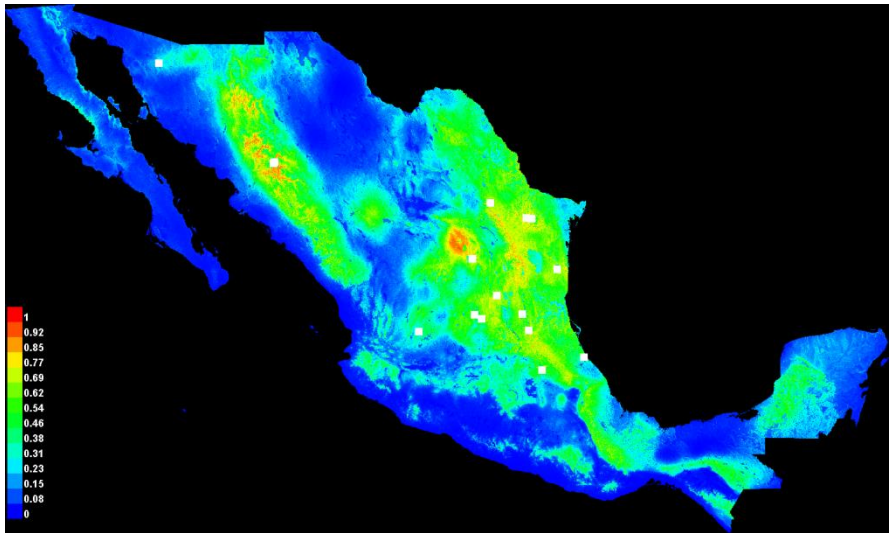
Mapa 7. Distribución geográfica potencial de *Opuntia aciculata* y registros de la especie.



Mapa 8. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia aciculata*.

***Opuntia azurea* Rose**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable, ya que posee un valor (AUC=0.911), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0 % hasta el 100 %, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 9). Con ArcMap, a partir de lo anterior, se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80 % en adelante, representada por pixeles de color púrpura. ***O. azurea*** es reportada para el estado de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (Britton y Rose 1919; Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se generan nuevas áreas, donde los tipos de climas predominantes son árido-templado (BSokw), con una temperatura media anual entre 12 y 18° C y con una temperatura del mes más frío entre -3 y 18° C, y semiárido-cálido (BS1(h´)w), con una temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío de 18° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 125 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 600 a 800 mm. Su distribución abarca principalmente áreas entre sistemas montañosos y la mayor área de distribución se ubica en la Sierra Madre Occidental, sobre una franja que abarca desde la parte centro N en dirección hacia el S, en donde tiende a dispersarse cada vez más, hasta llegar a la parte centro S de dicha provincia; esta franja abarca una parte al E de Sonora dirigiéndose a una parte al W de Chihuahua y prolongándose hacia el SW de este estado, continuándose con la parte más dispersa de la franja que se encuentra en Durango y abarca una parte al W, disminuyendo cada vez más al SW del estado. Una segunda franja de distribución abarca una parte al W de la Sierra Madre Oriental y una parte al NE de la Mesa del Centro, área que abarca una pequeña porción al S de Coahuila dirigiéndose hacia el NE en Zacatecas hasta llegar a una pequeña área al NW de San Luis Potosí. Una tercera franja se inicia muy dispersa al N de la Sierra Madre Oriental, dirigiéndose a las Grandes Llanuras de Norteamérica del NW de Coahuila hacia Nuevo León, llegando a la parte NW de la Llanura Costera del Golfo al E de Nuevo León, siguiendo sobre la parte E de la Sierra Madre Oriental y desplazándose más dispersamente al S de dicha sierra hacia el SE de Nuevo León, SW de Tamaulipas, centro S de San Luis Potosí y la parte NE de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Puebla (Mapa 10).



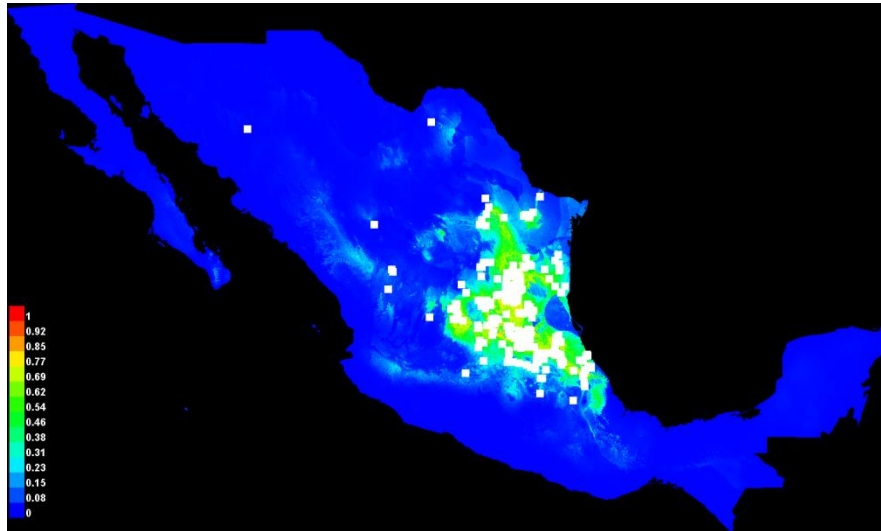
Mapa 9. Distribución geográfica potencial de *Opuntia azurea* y registros de la especie.



Mapa 10. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia azurea*.

***Opuntia cantabrigiensis* Lynch**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable, ya que posee un valor (AUC=0.957), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0 % hasta 100 %, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie, y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 11). Con ArcMap, a partir de lo anterior, se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80 % en adelante, representada por pixeles de color purpura. ***O. cantabrigiensis*** es reportada para el estado de Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Britton y Rose, 1919; Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.* 2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, dando lugar a sitios donde los tipos de climas predominantes son semiárido (BS), con una temperatura media anual mayor a los 18° C y con una temperatura del mes más frío menor a los 18° C y de 22° C para el mes más caliente; cálido-húmedo (Am(f)), con una temperatura media anual mayor de 22° C y temperatura del mes más frío de 18° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 400 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución abarcas principalmente llanuras y elevaciones de menor tamaño. La mayor área de distribución se genera sobre la Sierra Madre Oriental, en su parte centro-sur y S, formando una franja de distribución dispersa sobre las llanuras en la parte centro-sur y S de Nuevo León, en dirección hacia al SW de Tamaulipas en donde aumenta su área de distribución, siguiendo para la parte central y SE de San Luis Potosí, atravesando la parte N de los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Puebla, sobre elevaciones mínimas, abarcando también una porción al centro-W de Veracruz. Una segunda franja de distribución un tanto dispersa se genera sobre llanuras que abarcan la parte centro-sur y SE de la Mesa del Centro sobre una pequeña área al SE de Zacatecas, que se continua por una parte al NE de Jalisco y al N de Guanajuato. La última área de distribución se da sobre una pequeña porción de la Llanura Costera del Golfo, situada en el municipio de Llera en el estado de Tamaulipas y para Veracruz en los municipios de Chicontepec, Papantla y Martínez de la Torre (Mapa 12).



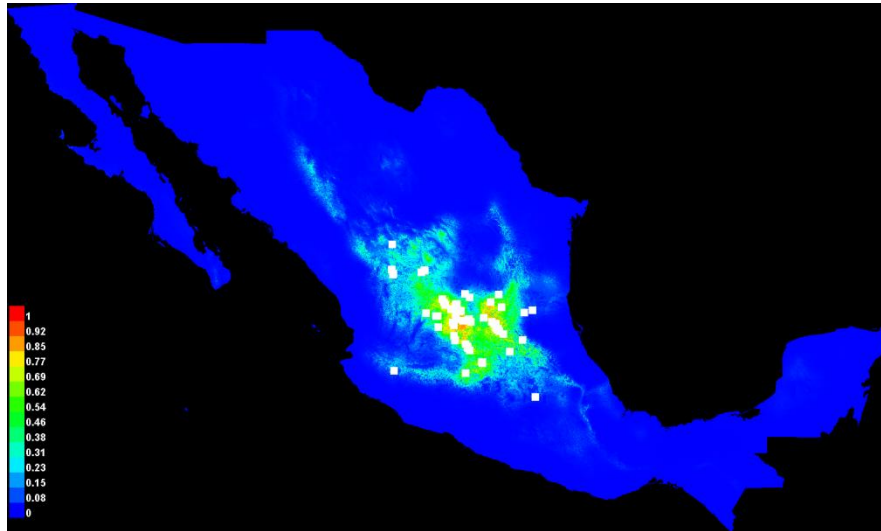
Mapa 11. Distribución geográfica potencial de *Opuntia cantabrigiensis* y registros de la especie.



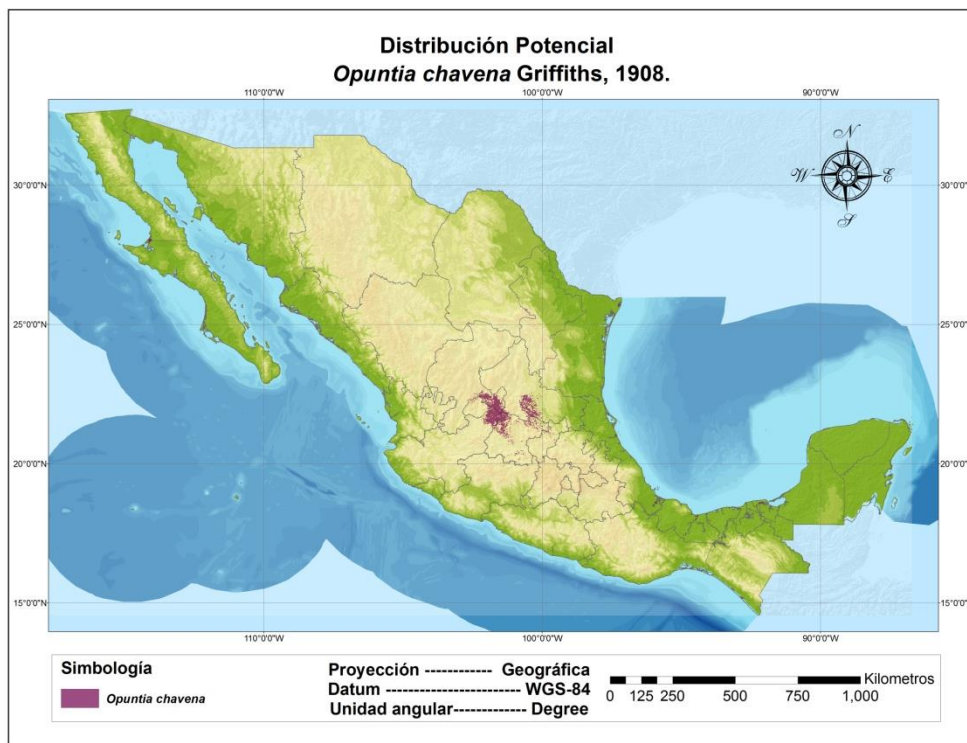
Mapa 12. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia cantabrigiensis*.

***Opuntia chavena* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable, ya que posee un valor (AUC=0.973), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 13). Con ArcMap, a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80 % en adelante, representada por píxeles de color púrpura. ***O. chavena*** es reportada para los estados de Aguascalientes, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Jalisco, Querétaro. San Luis Potosí y Zacatecas (Bravo Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014), y en Oaxaca por Britton y Rose (1919). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera un área aumentada y más detallada, donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado (BS1kw), presentando una temperatura media anual de entre 12 y 18° C, una temperatura del mes más frío de entre -3 y 18° C y una temperatura menor de 22° C en el mes más caliente, semiárido-semicálido (BS1hw), con una temperatura media anual mayor de 18° C y temperatura del mes más frío menor de 18° C. y su temperatura del mes más caliente mayor de 22° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 125 a 800 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente en la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro abarcando la parte centro-SW y E de dicha provincias, generando dos franjas de distribución, la primera que abarca desde el SE del estado de Zacatecas, dirigiéndose a una pequeña área, un tanto dispersa, al N y E de Aguascalientes, llegando a la parte NE de Jalisco y al N de Guanajuato y dirigiéndose hacia la parte central, con una disminución en el área de distribución, hacia casi perderse en la parte S del estado, y la segunda franja para esta misma provincia, abarca solo una pequeña porción al NE del estado de Guanajuato y parte centro de Querétaro. Otra franja se genera sobre la parte centro SW de la Sierra Madre Oriental con una distribución un tanto dispersa, que abarca la parte centro y centro- S del estado de San Luis Potosí, franja que continúa al sur, sobre la parte NE de Guanajuato y una pequeña porción muy dispersa para el estado de Querétaro, aunque dirigiéndose hacia una pequeña área dispersa al S de Guanajuato, la cual abarca una pequeña área sobre la parte centro del Faja Volcánica Transmexicana. Para la provincia de la Sierra Madre Occidental hay una pequeña distribución dispersa sobre la parte N de Aguascalientes (Mapa 14)



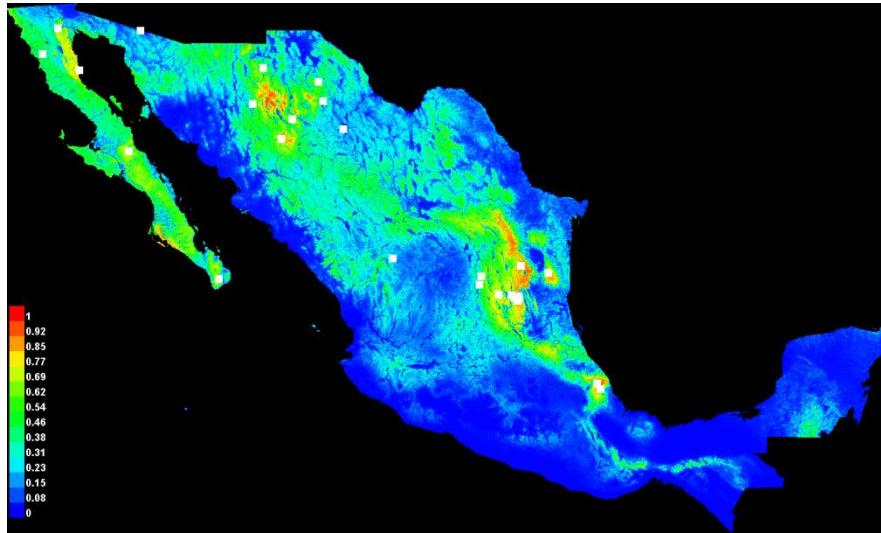
Mapa 13. Distribución geográfica potencial de *Opuntia chavena* y registros de la especie.



Mapa 14. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia chavena*.

***Opuntia chlorotica* Engelm. & Bigelow**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable, ya que posee un valor (AUC=0.918), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0 % hasta el 100 %, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 15). Con ArcMap, a partir de lo anterior, se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80 % en adelante, representada por pixeles de color púrpura. ***O. chlorotica*** es reportada para en el norte de los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, San Luis Potosí y Sonora (Britton y Rose, 1919; Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera un área aumentada y más detallada, donde los tipos de climas predominantes son semicálido-subhúmedo, del grupo C ((A)C(w1)), presentando una temperatura media anual mayor 18° C, y menor a 18° C del mes más frío y una temperatura máxima de 22 °C, muy árido-semicálido (BWh(x')), con una temperatura media anual mayor de 18 y 22° C y temperatura del mes más frío menor de 18° C y su temperatura del mes más caliente, mayor de 22° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 0 a 2000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente en llanuras y elevaciones de menor tamaño, formando franjas de distribución, siendo la primera y más extensa la que abarca la mayor área de la Sierra Madre Oriental, más densa en su parte centro-E y centro-S, sobre una parte al S de Coahuila, un tanto dispersa, pero aumentando al dirigirse al centro de Nuevo León y el W de Tamaulipas, bajando por la parte centro S de San Luis Potosí y disminuyendo el área de distribución al llegar al NE de Hidalgo, alcanzando una pequeña área al E del Faja Volcánica Transmexicana que atraviesa por Veracruz. Una segunda franja se genera sobre la Sierra Madre Occidental, principalmente en la parte N de la provincia que abarca la parte centro y W de Chihuahua con más área de distribución, más dispersa en el resto del estado y también sobre Durango. Una franja más se genera dispersamente sobre la Península de Baja California, sobre los estados de Baja California y Baja California Sur, presentando una distribución más concentrada en la intersección de la Península de Baja California con la Llanura Sonorense. Una última franja se genera en la Llanura Costera del Golfo Norte, en su parte central, ubicada en el Centro-S de Tamaulipas (Mapa 16).



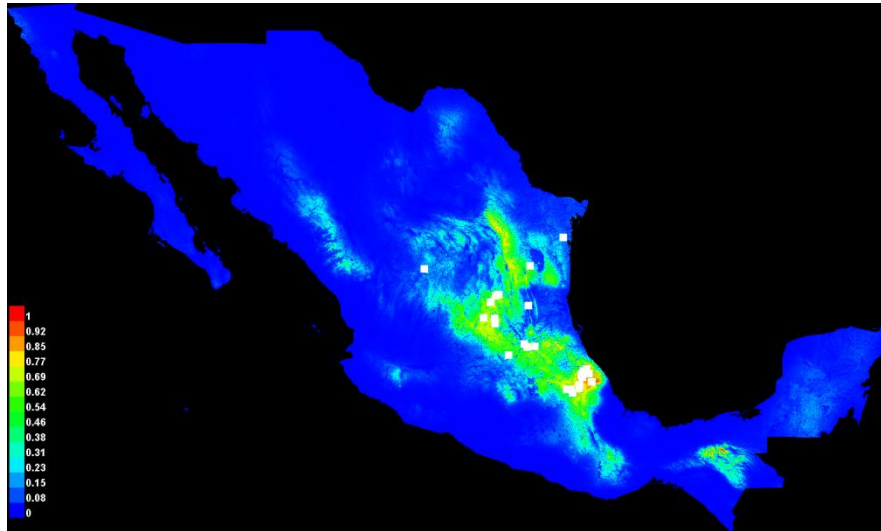
Mapa 15. Distribución geográfica potencial de *Opuntia chlorotica* y registros de la especie.



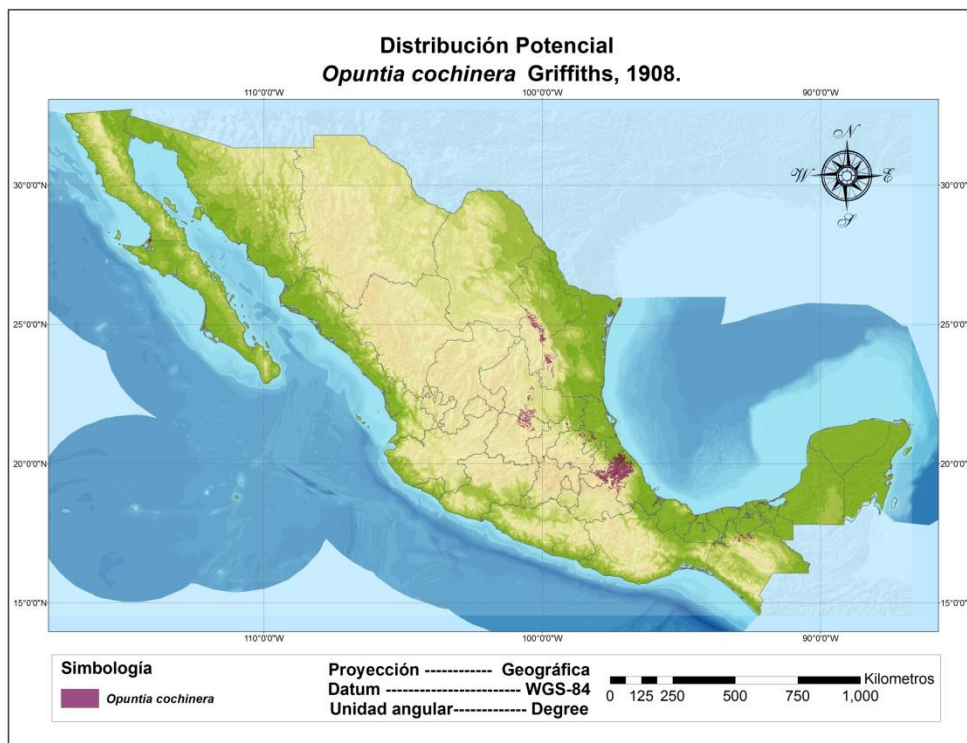
Mapa 16. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia chlorotica*.

***Opuntia cochinera* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable, ya que posee un valor (AUC=0.972), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0 % hasta el 100 C %, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 17). Con ArcMap, a partir de lo anterior, se creó una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80 % en adelante, representada por pixeles de color purpura. ***O. cochinera*** esta reportada para los estados de Edo. México Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro, Nuevo León, San Luís Potosí, Tlaxcala, Zacatecas. (Scheinvar *et al.*, 2014), La distribución potencial generada abarca estas áreas y se crea un área aumentada y más detallada dando lugar a sitios donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado (BS1kw), presentando una temperatura media anual entre 12 a 18° C, y entre -3 y 18° C en el mes más frío, con una temperatura del mes más caliente menor a 22°C, templado-subhúmedo (C(w1)), con una temperatura media anual entre 12 y 18°C y temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, contando con una temperatura del mes más caliente menor de 22° C, tolerando un rango de precipitación media anual de 125 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente en llanuras. Su principal distribución se genera sobre la parte NE del Faja Volcánica Transmexicana, y una pequeña porción al S de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte área que abarca al NE de Puebla en dirección al Centro-N de Veracruz y un tanto más sobre la parte NE de Hidalgo. Una segunda franja un tanto dispersa se genera sobre la Sierra Madre Oriental, abarcando una pequeña parte al SE de Coahuila y dirigiéndose hacia el estado de Nuevo León donde continua en forma de una franja delgada en dirección S, sobre la parte centro-S y hasta llegar al SE del estado, en una pequeña área al SW de Tamaulipas. Una tercera franja se ubica desde el centro de San Luis Potosí en dirección S, hasta llegar a la provincia de la Mesa del Centro sobre la parte N del estado de Guanajuato. Una última franja abarca una pequeña área al NW las Sierras de Chiapas y Guatemala que se distribuyen en una porción al N de Chiapas, principalmente en los municipios de Tila, Sabanilla, Pueblo Nuevo Solistahuacan y Amatan (Mapa 18).



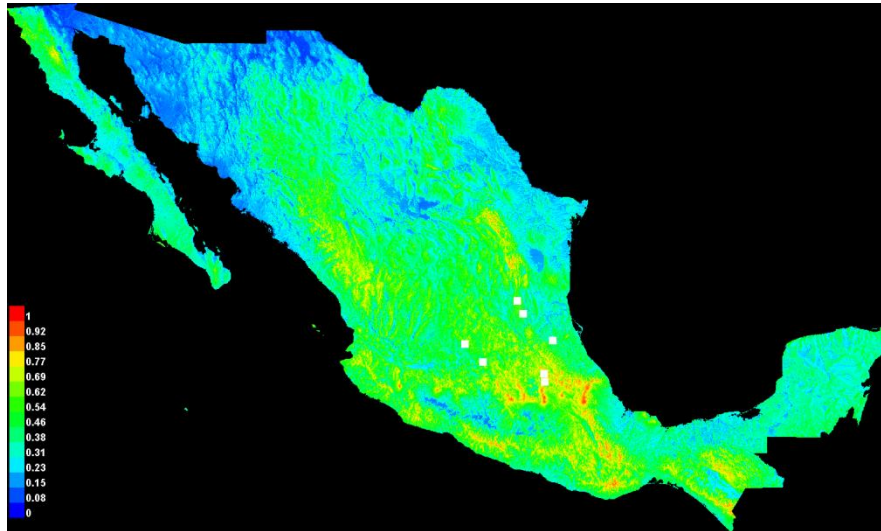
Mapa 17. Distribución geográfica potencial de *Opuntia cochineria* y registros de la especie.



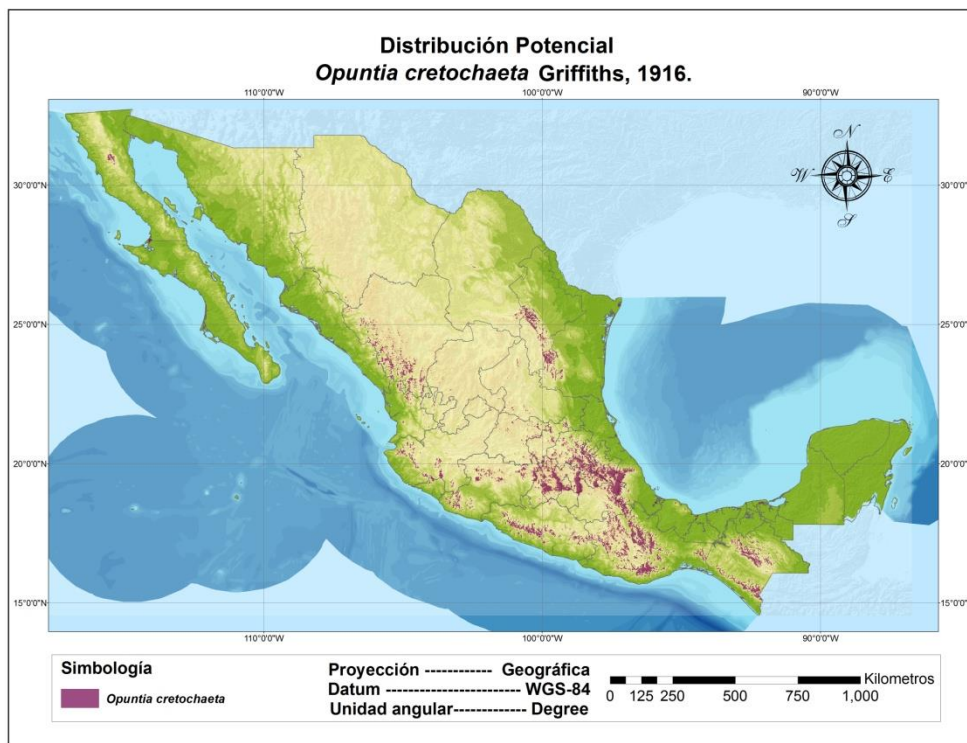
Mapa 18. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia cochineria*.

***Opuntia cretochaeta* Griffiths**

La distribución potencial total generada nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.843), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 19). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante, representada por pixeles de color púrpura. ***O. cretochaeta*** es reportada para la Provincia fisiográfica de la Mesa Central Bravo Hollis (1978), En Oaxaca por Britton y Rose (1919), y en Edo. México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro y San Luis Potosí. (Scheinvar et al., 2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una área aumentada y más detallada dando lugar a sitios, donde los tipos de climas predominantes son templado-subhúmedo (C(w2)), con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, y de -3 a 18°C del mes más frío y una temperatura máxima de 22°C, semi frío-subhúmedo con verano fresco largo presentando una temperatura media anual entre 5 y 12°C y temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C. y su temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 400 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 800 a 1200 mm. Su distribución es muy amplia sobre el territorio nacional generándose principalmente sobre elevaciones menores, presentando una mayor distribución sobre el Faja Volcánica Transmexicana concentrándose más sobre la parte centro y SE de dicha provincia, distribuyéndose sobre la mayor parte del área de los estados de Querétaro, Hidalgo, Puebla, Estado de México, Distrito Federal y Michoacán. La distribución se prolonga hacia la Sierra Madre del Sur pasando por la mayor parte del territorio de los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima y la parte SW de Jalisco. En la parte de la Sierra Madre Occidental se distribuye sobre la parte SW de Durango y N de Nayarit. En la Sierra Madre Oriental se genera una distribución en la parte E y SW de la provincia que ocupa una pequeña porción al SE de Coahuila creándose una franja delgada que atraviesa el estado de nuevo león hasta llegar al SW de Tamaulipas. Se presenta una última área de distribución sobre la parte central de la Sierra de Chiapas y Guatemala y la Cordillera Centroamericana en el estado de Chiapas y al E de Oaxaca (Mapa 20)



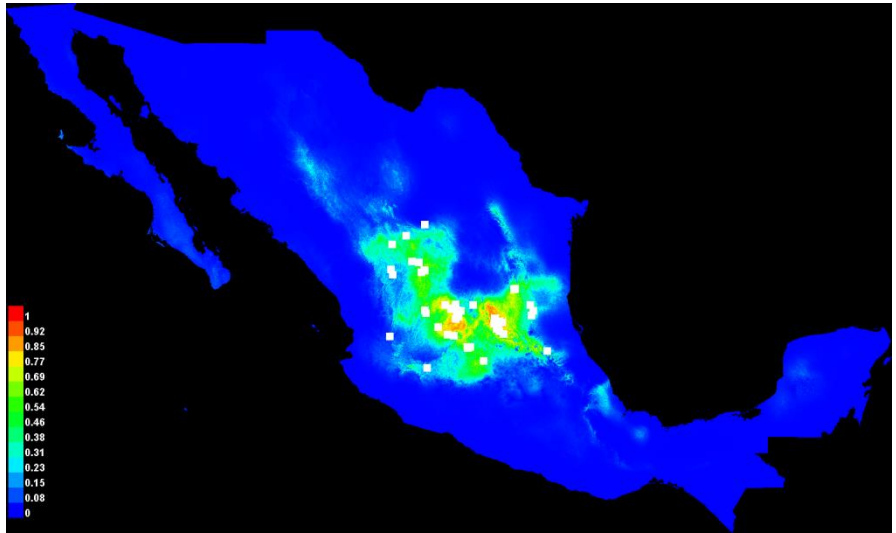
Mapa 19. Distribución geográfica potencial de *Opuntia cretchaeta* y registros de la especie.



Mapa 20. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia cretchaeta*.

***Opuntia durangensis* Britton & Rose**

La distribución potencial total generada con MaxEnt nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.969), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 21). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. durangensis*** es reportada los Estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Morelos, México, Michoacán, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). Y para la parte central de México para Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una área aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido (BS1hw), con una temperatura media anual mayor a 18°C, y menor a 18°C en el mes más frío y una temperatura máxima de 22°C, semiárido-templado presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C y temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, y su temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 125 a 2000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera básicamente en Llanuras y en elevaciones menores, creándose una distribución en donde la principal franja se presenta sobre la provincia de la Mesa del Centro ocupando la parte centro E y centro W de la misma que abarca la parte NE de Zacatecas prolongándose sobre una parte al NE de Jalisco y continuando sobre el NW de Guanajuato y la parte S de San Luis Potosí. La segunda franja de distribución se genera sobre la porción centro W de la Sierra Madre Oriental, sobre la porción central de San Luis Potosí hacia una pequeña área al NE de Guanajuato y haciéndose más dispersa al pasar sobre la porción NW de Querétaro e Hidalgo aunque también abarcando una pequeña porción al SW de Tamaulipas. Una última distribución se genera sobre una pequeña área perteneciente a la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental perteneciente al N del estado de Aguascalientes continuando por el estado de Zacatecas en donde colindan ambos estados (Mapa 22)



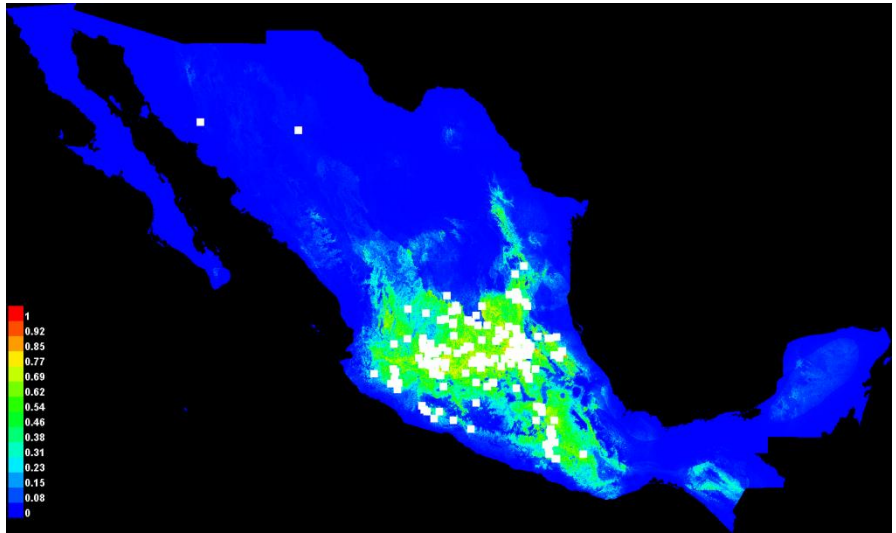
Mapa 21. Distribución geográfica potencial de *Opuntia durangensis* y registros de la especie.



Mapa 22. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia durangensis*.

***Opuntia fuliginosa* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.956), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 23). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por píxeles de color púrpura. ***O. fuliginosa*** es reportada los Estados de Aguascalientes, Colima, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). Y para la parte central de México para Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semicálido-subhúmedo (Awo), con una temperatura media anual mayor a 18°C, y menor a 18°C en el mes más frío y una temperatura máxima mayor de 22°C, semiárido-templado (BS1kw) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C y temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, su temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 125 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 800 mm. Su distribución se genera básicamente en Llanuras, aunque también sobre elevaciones de menor rango. La mayor área de distribución para esta especie se da sobre la provincia de El Faja Volcánica Transmexicana, sobre la porción E de Jalisco, el S de Guanajuato y el N de Michoacán, prolongándose un tanto más dispersa al S de Querétaro y el SW de Hidalgo y una última área de distribución para esta provincia se presenta al E de Morelos y al SW de Puebla. Para la Sierra Madre Oriental se da la distribución sobre su porción S, pasando sobre el centro-S y centro-E de San Luis Potosí, la parte NE de Guanajuato, el centro de Querétaro, el N de Hidalgo y Puebla y una pequeña porción al NW de Veracruz. Para la Mesa del Centro se da una distribución sobre su parte S que abarca una parte al SE de Zacatecas y el N de Guanajuato. Un área dispersa se genera en la parte S de la Sierra Madre Occidental sobre el NW de Jalisco y el E de Nayarit. La última área de distribución se genera sobre el centro-E de la Sierra Madre del Sur en una franja en el centro-W de Oaxaca (Mapa 24)



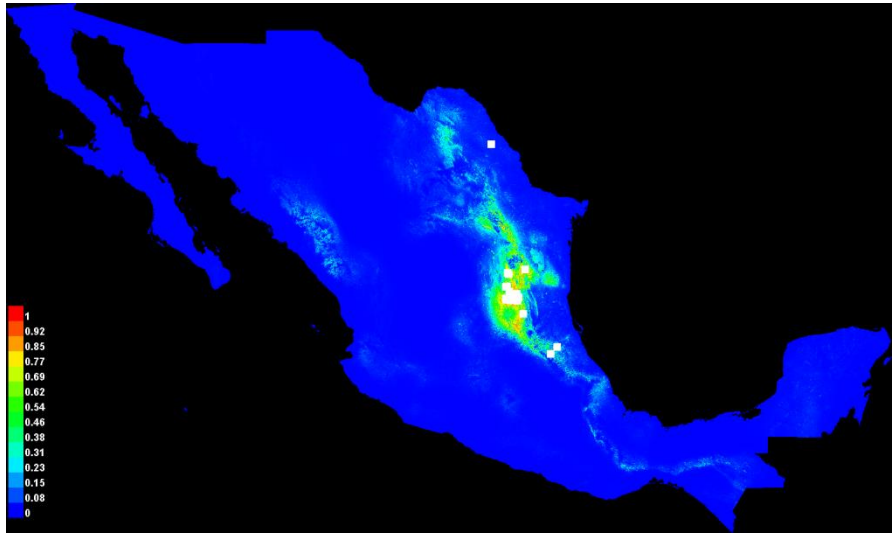
Mapa 23. Distribución geográfica potencial de *Opuntia fuliginosa* y registros de la especie.



Mapa 24. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia fuliginosa*.

***Opuntia glaucescens* Salm-Dyck**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.987), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 25). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. glaucescens*** es reportada para los estados de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). Y distribución no determinada en México para Britton & Rose (1919), La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido (BS1hw), con una temperatura media anual mayor a 18°C, y menor a 18°C en el mes más frío y una temperatura máxima mayor de 22°C, semicálido-subhúmedo del grupo C, ((A)C(w1)) presentando una temperatura media anual mayor a 18°C y temperatura del mes más frío menor de 18°C. y su temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 400 a 1200 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera básicamente en Llanuras. La distribución generada para esta especie se presenta básicamente sobre la Sierra Madre Oriental, formándose una franja delgada y dispersa de distribución que abarca la parte central del estado de Nuevo León en dirección SE del mismo estado y comunicándose con el estado de Tamaulipas en su parte SW, donde la franja de distribución se torna más amplia y densa, continuando con la franja en dirección S y llegando a San Luis Potosí, la distribución continua por la parte centro-N del mismo estado continuando hacia el S hasta llegar al N del Estado de Querétaro en donde la distribución es menor y se torna un tanto dispersa, solo abarcando los municipios de Arrollo Seco, Jalpa de Serra y Landa de Matamoros. Para el estado de Hidalgo se presenta una distribución mínima con puntos muy dispersos sobre la región N y E del estado, abarcando los municipios de Jacala de Ledezma, La Misión, Chapulhuacan, Tlahuiltepa, Huazalingo, Calnali y San Bartolo Tutotepec (Mapa 26).



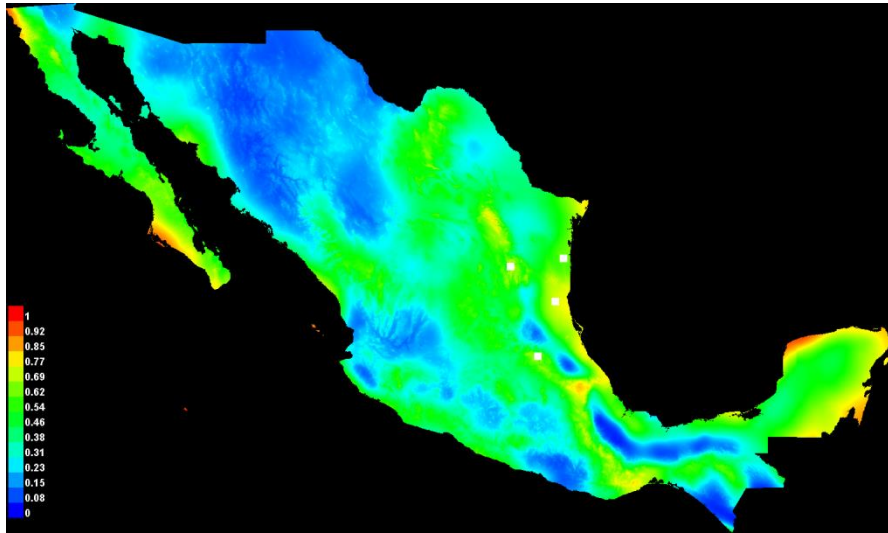
Mapa 25. Distribución geográfica potencial de *Opuntia glaucescens* y registros de la especie.



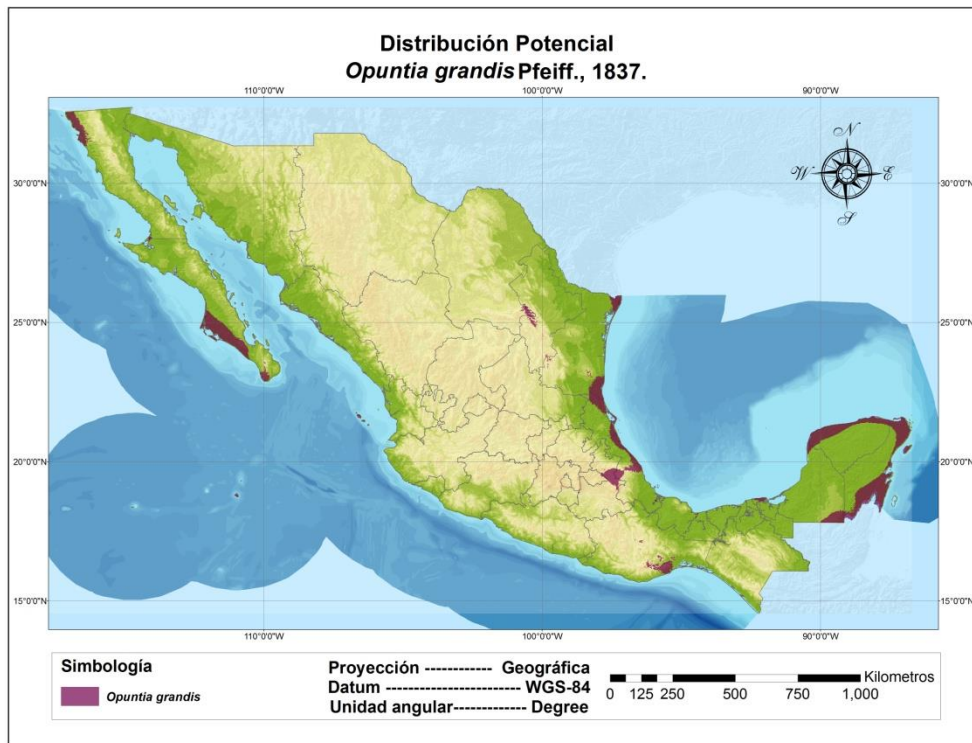
Mapa 26. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia glaucescens*.

***Opuntia grandis* Pfeiff.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.933), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 27). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. grandis*** es reportada para los estados de Hidalgo, Nuevo León y San Luis Potosí, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014)., Y distribución no determinada en México para Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son cálido-subhúmedo (Awo), con una temperatura media anual mayor a 22°C, y mayor a 18°C en el mes más frío, Muy árido-semicálido, (BWh(x')) presentando una temperatura media anual entre 18 y 22°C y temperatura del mes más frío menor de 18°C. y su temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 0 a 1200 mm, siendo óptimo el rango de 600 a 800 mm. Su distribución se genera básicamente en Llanuras costeras. La mayor área de distribución para esta especie se presenta sobre las llanuras costeras de la Península de Yucatán conformado por Campeche, Quintanarro y Yucatán. En la Llanura Costera del Golfo Norte se crea una distribución sobre Llanuras costeras que comienzan con dos áreas en Tamaulipas, la primera en una porción al NE y la segunda sobre la parte SE, dirigiéndose al S sobre el estado de Veracruz hasta su parte central en donde comienza el Faja Volcánica Transmexicana que presenta un área de distribución en su porción E sobre la parte centro N de Puebla y el centro de Veracruz. Para la Península de Baja California se generan dos áreas de distribución, la primera sobre una pequeña porción al SW de Baja California y la segunda sobre la porción SW de Baja California Sur. Se genera un área de distribución sobre la región SW de la Sierra Madre del Sur al S de Oaxaca. Una última área de distribución se presenta sobre la parte centro-E de la Sierra Madre Oriental sobre una pequeña área al SE de Coahuila, continuando por una porción al W de Nuevo León (Mapa 28).



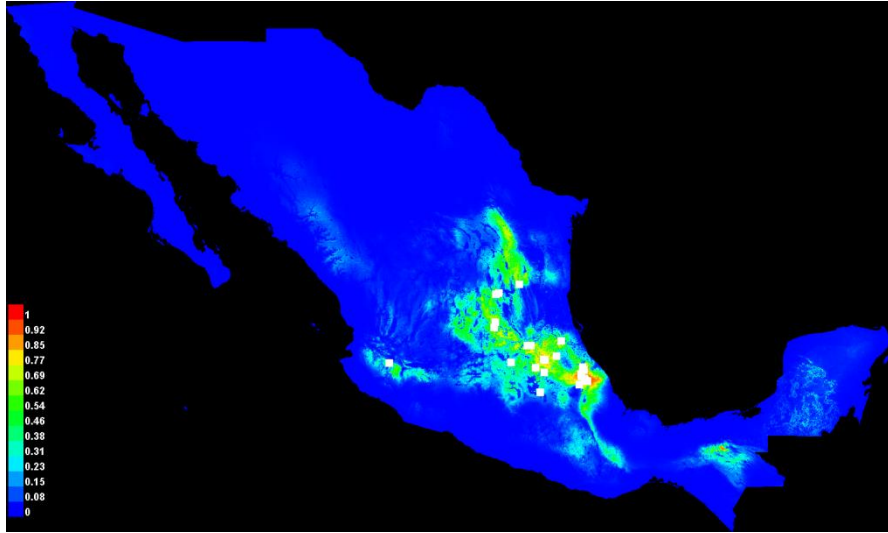
Mapa 27. Distribución geográfica potencial de *Opuntia grandis* y registros de la especie.



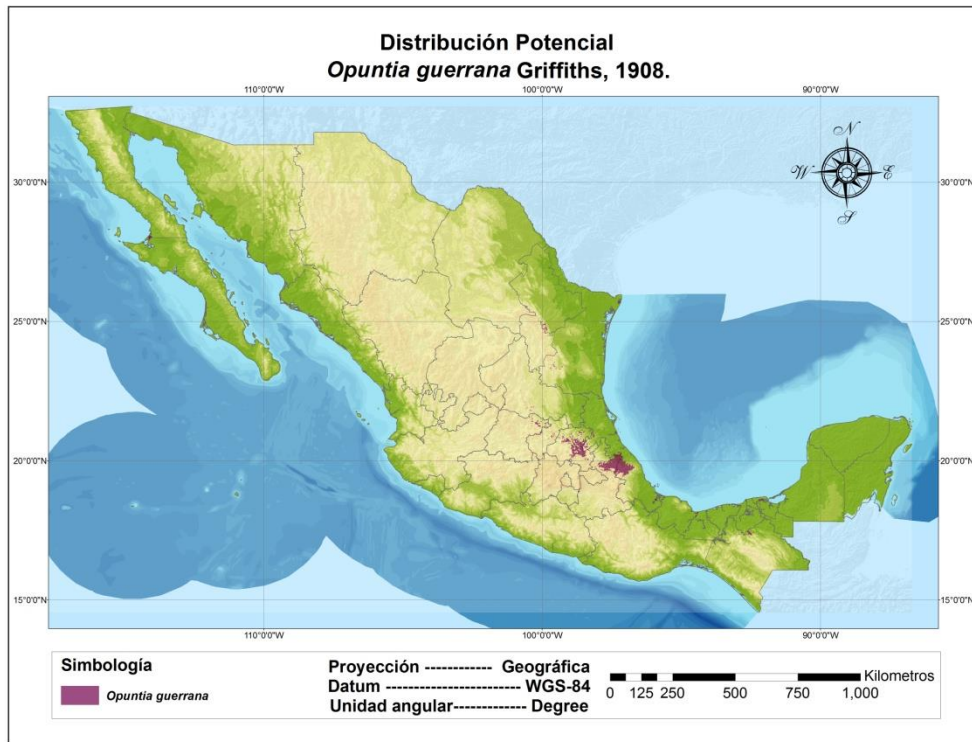
Mapa 28. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia grandis*.

***Opuntia guerrana* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.985), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 29). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por píxeles de color púrpura. ***O. guerrana*** es conocida únicamente de su localidad tipo cerca de la antigua estación del Ferrocarril central de Dublán, Hidalgo, Bravo Hollis (1978), Britton y Rose (1919). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son templado-húmedo (C(f)), con una temperatura media anual entre 12 y 18 °C, y entre -3 y 18°C en el mes más frío, temperatura del mes más caliente bajo 22°C, semicálido-húmedo del grupo C, ((A)C(fm)), presentando una temperatura media anual mayor de 18°C y temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Tolerando un rango de precipitación media anual de 400 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 800 a 1200 mm. Su distribución se genera básicamente en elevaciones de menor tamaño, la principal distribución para esta especie se genera sobre la provincia fisiográfica del Faja Volcánica Transmexicana, ocupando su porción NE sobre la parte centro-S del estado de Hidalgo, el NE de Puebla dirigiéndose hacia Veracruz y abarcando su parte centro-W. Para la Sierra Madre Oriental se genera una distribución que abarca un área en la parte central del estado de Nuevo León, el SW de Tamaulipas, formándose una franja de distribución dispersa que inicia en la parte central de San Luis Potosí en dirección S, pasando sobre el NE de Guanajuato, el centro de Querétaro, la parte N de Hidalgo y el NE de Puebla. Un área de distribución muy dispersa se genera sobre una pequeña área al SE de la provincia de la Mesa del Centro, abarcando una parte al NE de Guanajuato. En la Llanura Costera del Golfo Norte se genera una distribución muy pequeña sobre su porción S sobre el centro-W de Veracruz. Una última distribución generada en un área pequeña al N de la Sierra de Chiapas y Guatemala, sobre los municipios de Tila, Sabanilla, Huitiupan, Amatan y Chapultenango en el estado de Chiapas (Mapa 30).



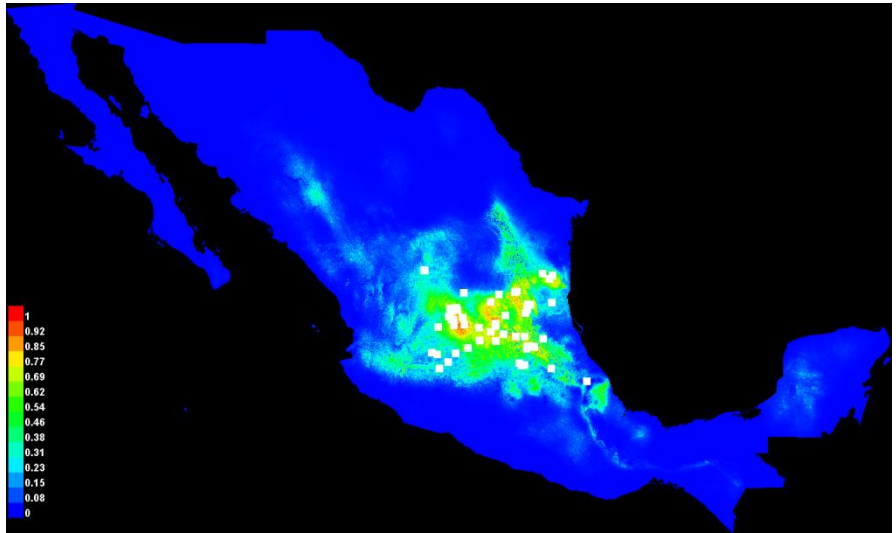
Mapa 29. Distribución geográfica potencial de *Opuntia guerrana* y registros de la especie.



Mapa 30. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia guerrana*.

***Opuntia guilanchi* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.965), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 31). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. guilanchi*** es reportada únicamente para el estado de Zacatecas, (Bravo-Hollis, 1978; Britton y Rose, 1919), y para Aguascalientes, Edo. De México, Guanajuato, Hidalgo Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Tamaulipas Scheinvar et al., (2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado (BS1kw), con una temperatura media anual entre 12 y 18 °C, y entre -3 y 18°C en el mes más frío, temperatura del mes más caliente menor a 22°C, semiárido-semicálido, (BS1hw) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C y temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 2000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre Llanuras y elevaciones menores, la mayor área de distribución para esta especie se genera sobre la provincia fisiográfica Mesa del Centro abarcando una parte al SE del estado de Zacatecas, el NE de Jalisco y la parte N de Guanajuato y una pequeña área al centro S del estado de San Luis Potosí. Para la provincia fisiografía de la Sierra Madre Oriental se genera una distribución en su parte centro-S principalmente, abarcando una parte al SW de Tamaulipas y continuando por la parte E y centro-S de San Luis Potosí, pasando por el NE de Guanajuato, el N de Querétaro y del NW hacia el E del estado de Puebla. Un área de distribución se genera sobre la Llanura Costera del Golfo Norte en su porción centro-N, abarcando un área al centro-S del estado de Tamaulipas. Una última área de distribución muy dispersa se genera sobre la parte N del Faja Volcánica Transmexicana sobre la porción S de los estados de Querétaro y Guanajuato (Mapa 32).



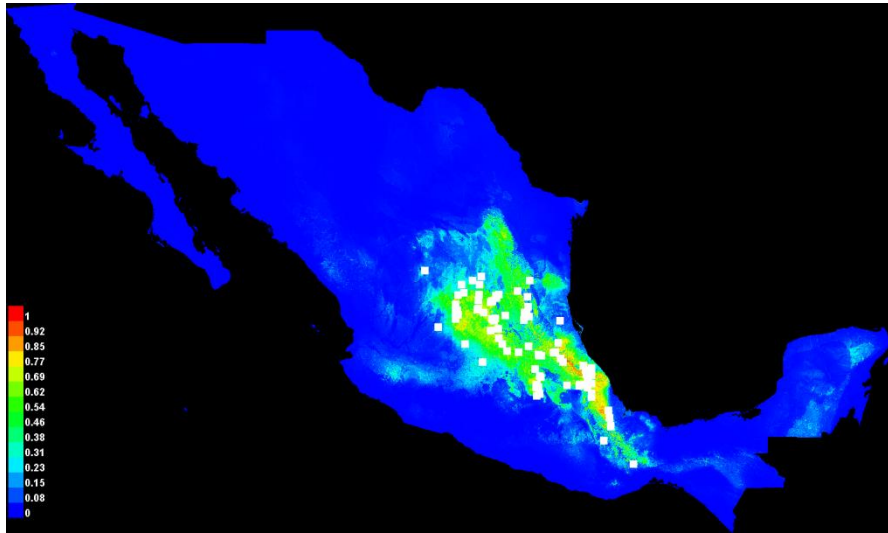
Mapa 31. Distribución geográfica potencial de *Opuntia guilanchi* y registros de la especie.



Mapa 32. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia guilanchi*.

***Opuntia hyptiacantha* F.A.C. Weber**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.973), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 33). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por píxeles de color púrpura. ***O. hyptiacantha*** se reporta que es ampliamente distribuida en la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro, Bravo-Hollis (1978). Y para el estado de Oaxaca por Britton y Rose (1919), y en Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Nuevo León y Durango, Scheinvar *et al.* (2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, con climas cálido-húmedo (Am), con una temperatura media anual mayor a 22 °C, y una temperatura del mes más frío mayor a 18°C, semiárido-templado, (BS1kw) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolerancia un rango de precipitación media anual de 125 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 1500 a 2000 mm. Su distribución se genera principalmente en Llanuras, la principal área de distribución para esta especie se genera sobre la parte centro y SE de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, abarcando un área dispersa sobre el centro-S de Nuevo León, el SW de Tamaulipas y el centro-S y SE de San Luis Potosí, tocando una pequeña parte al NE de Querétaro e Hidalgo, hasta llegar al NW de Veracruz y el NE de Puebla. Para la Faja Volcánica Transmexicana se genera una distribución en su parte centro-N y NE que abarca una pequeña área al SW de Querétaro e Hidalgo y al NE del Estado de México, continuando por una pequeña parte al NE de Puebla y el centro de Veracruz. Sobre la Mesa del Centro hay una distribución más dispersa que ocupa su parte centro y S, abarcando desde el SE de Zacatecas, el SW de San Luis Potosí y el centro-N de Guanajuato. Una pequeña área de distribución se genera sobre la parte S de la Llanura Costera del Golfo Norte que abarca una pequeña área del centro-W del estado de Veracruz. En la Llanura Costera del Golfo sur se genera una distribución sobre su parte NW que abarca un área al centro-W de Veracruz y que se prolonga en una franja delgada al S sobre una pequeña área de la Sierra Madre del Sur que pasa sobre el estado de Oaxaca (Mapa 34).



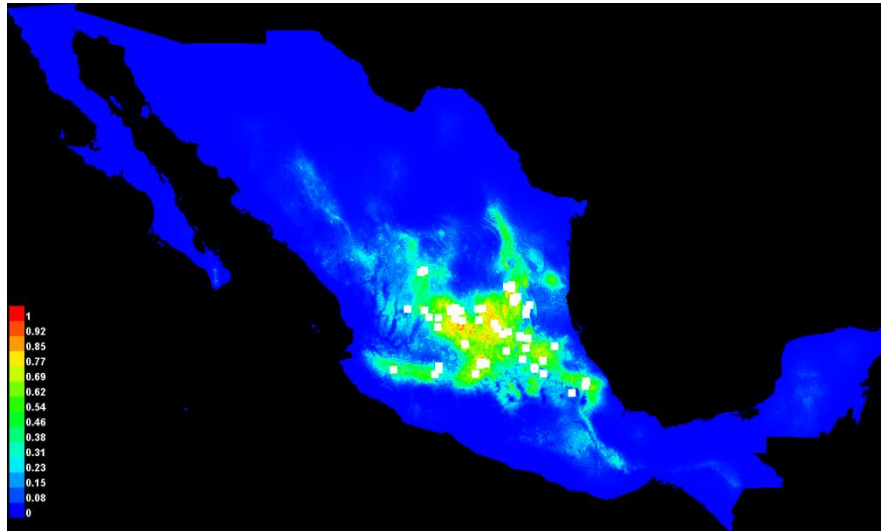
Mapa 33. Distribución geográfica potencial de *Opuntia hyptiacantha* y registros de la especie.



Mapa 34. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia hyptiacantha*.

***Opuntia joconostle* F.A.C. Weber ex Diguet**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.964), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 35). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. joconostle*** se reporta que es ampliamente distribuida en varios lugares del Altiplano, Bravo-Hollis (1978). Y para Aguascalientes, Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Zacatecas. Scheinvar *et al.*, (2014). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado (BS1kw), con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, y una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C, semiárido-semicálido, (BS1hw) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre Llanuras y elevaciones menores, la principal área de distribución para esta especie se ubica sobre la porción centro y S de la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro, que abarca desde el Se de Zacatecas, el E de Aguascalientes, parte al sur de San Luis Potosí y el N de Guanajuato. Para la Sierra Madre Oriental se genera una distribución sobre la región S de la misma, que abraza desde una pequeña área muy dispersa al S del estado de Nuevo León hacia el SW del estado de Tamaulipas en dirección hacia la parte central y Sur de San Luis Potosí, continuando por una pequeña porción al NE de Guanajuato, el N de Hidalgo y la parte central y N del estado de Hidalgo. Con respecto al Faja Volcánica Transmexicana se presenta una distribución en su región central y un área pequeña al N de esta provincia, abarcando gran parte del centro y SE del estado de Guanajuato, una pequeña área sobre el S de Querétaro y una porción al N del estado de Michoacán y puntos muy aislados de distribución sobre la parte centro N de Puebla y el centro-W de Veracruz (Mapa 36).



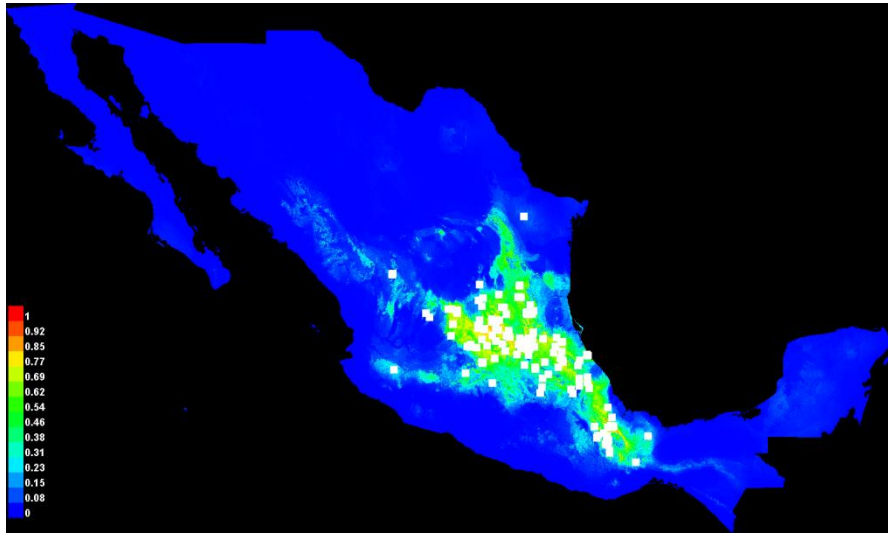
Mapa 35. Distribución geográfica potencial de *Opuntia joconostle* y registros de la especie.



Mapa 36. Distribución geográfica potencial editada de *O. joconostle*

***Opuntia lasiacantha* Pfeiff.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.968), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 37). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. lasiacantha*** es reportada para la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro, Bravo-Hollis (1978). Para la parte central de México por Britton y Rose (1919). La distribución potencial generada abarca estas áreas de distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado (BS1kw), con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, y una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C, semiárido -semicálido, (BS1hw) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Tolerancia un rango de precipitación media anual de 125 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente en Llanuras y elevaciones menores, la principal distribución para esta especie se genera en la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro en su porción Sur, abarcando una pequeña parte al SE de Zacatecas, pasando por una pequeña porción al E de Aguascalientes, el NE de Jalisco, gran parte de la porción N de Guanajuato y una pequeña área al S de San Luis Potosí. Para la Sierra Madre Oriental se genera una distribución sobre su porción S, abarcando una pequeña área dispersa al SW de Tamaulipas, el SE de San Luis Potosí, continuando sobre la parte E y NE del estado de Querétaro, siguiendo por la parte N y E de Hidalgo, una pequeña región al centro-W de Veracruz y finalizando en la parte N de Puebla. Para el Faja Volcánica Transmexicana se presenta una distribución dispersa sobre su porción N y E de dicha provincia, abarcando una porción al E de Guanajuato, el centro-S de Querétaro, una porción al N de Puebla y una pequeña área sobre la zona centro-W de Veracruz. Una última área de distribución se genera en el punto de unión de las provincias de la Sierra Madre del Sur con la Llanura Costera del Golfo Sur, abarcando desde el SE de Puebla y el centro-W de Veracruz, hasta una porción al N de Oaxaca (Mapa 38).



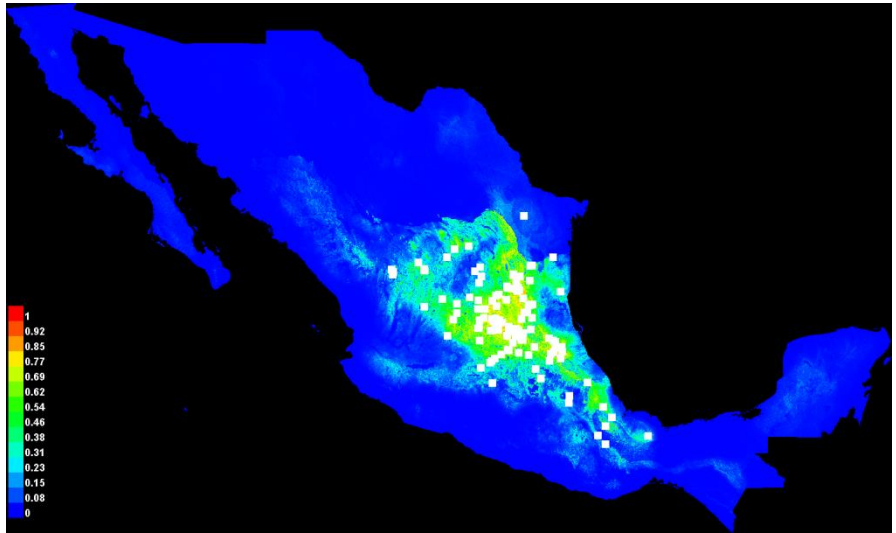
Mapa 37. Distribución geográfica potencial de *Opuntia lasiacantha* y registros de la especie.



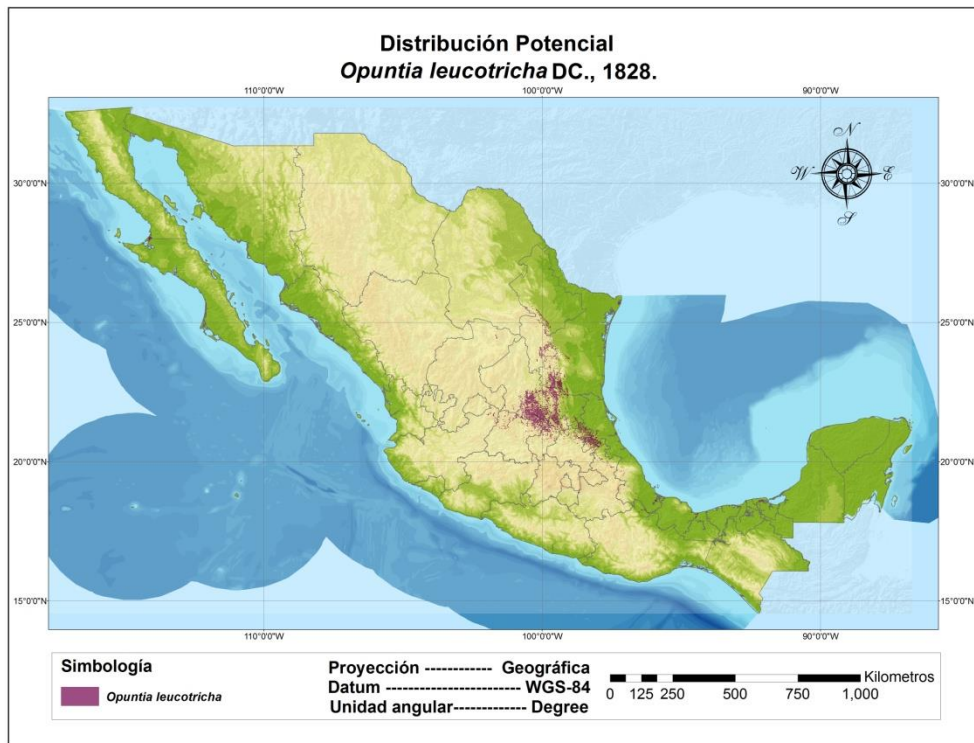
Mapa 38. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia lasiacantha*.

***Opuntia leucotricha* DC.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.965), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 39). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por píxeles de color púrpura. ***O. leucotricha*** es reportada con una amplia distribución en las zonas de la altiplanicie, en los estados de Durango, Jalisco, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, donde alcanza su máxima densidad y se extiende a los Estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar et al., 2014). Y para la parte central de México por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido (BS1hw), presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Cálido-húmedo, (Am (f)) presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente en altiplanicies. La principal área de distribución para esta especie se genera sobre la porción centro y Sur de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, abarcando la parte central y SE de Nuevo León, el SW de Tamaulipas, la mayor parte de la porción central de San Luis Potosí, el NE de Querétaro, el N de Hidalgo, hasta abarcar una pequeña área del NW de Veracruz y el NW de Puebla. Para la provincia de la Mesa del Centro se genera una distribución dispersa en su parte S, abarcando desde el SE de Zacatecas, el NE de Jalisco y una pequeña porción al SW de San Luis Potosí y dirigiéndose hacia la parte N de Guanajuato y una pequeña área sobre la porción centro de Querétaro. Un área de distribución se genera sobre una parte en el extremo E de la Faja Volcánica Transmexicana, abarcando una pequeña porción al centro-N de Puebla y el SW de Veracruz. Una última área de distribución dispersa se genera sobre la Sierra Madre del Sur, abarcando una porción al N del estado de Oaxaca (Mapa 40).



Mapa 39. Distribución geográfica potencial de *Opuntia leucotricha* y registros de la especie.

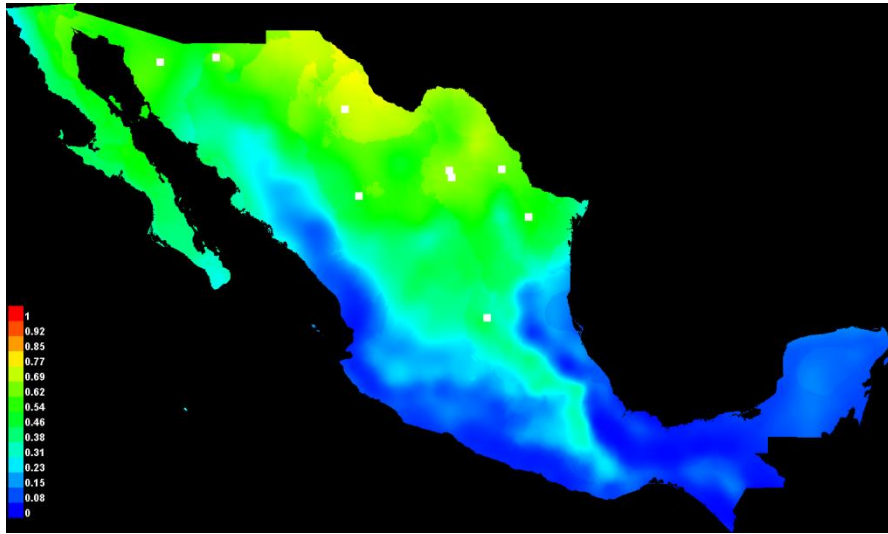


Mapa 40. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia leucotricha*.

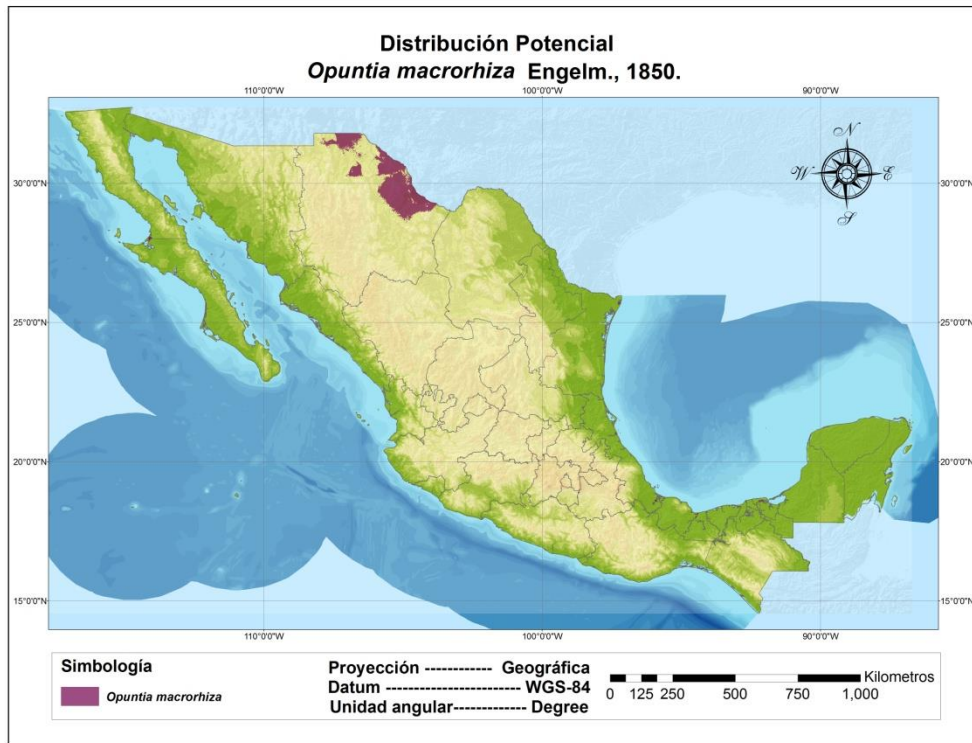
***Opuntia macrorhiza* Engelm.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, nos indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.836), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 41). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. macrorhiza*** es reportada para la parte norte de Sonora y Chihuahua, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). Y en Missouri, Kansas y Texas en los Estados Unidos por Britton y Rose (1919).

La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución más detallada, dando como resultado que los tipos de climas predominantes son Muy árido-Templado (BWkw), presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, con una temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Muy árido-semicálido, (BWhw) presentando una temperatura media anual entre 18 y 22°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor a 22 °C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 400 mm. Su distribución se presenta únicamente sobre Llanuras. Se genera una única área de distribución para esta especie sobre la porción norte de la provincia fisiográfica de las Sierras y Llanuras del Norte, abarcando una gran parte de territorio al Norte de Chihuahua, que corresponde a algunos municipios, como la parte NE del municipio de Ascensión, el W de Juarez, porciones al E y W de Ahumada, la parte central y S de Guadalupe, y casi todo el área de Praxedis G. Guerrero, Coyame del Sotol, Ojinaga y parte de los municipios de Aldama, Julimes y Manuel Benavides (Mapa 42).



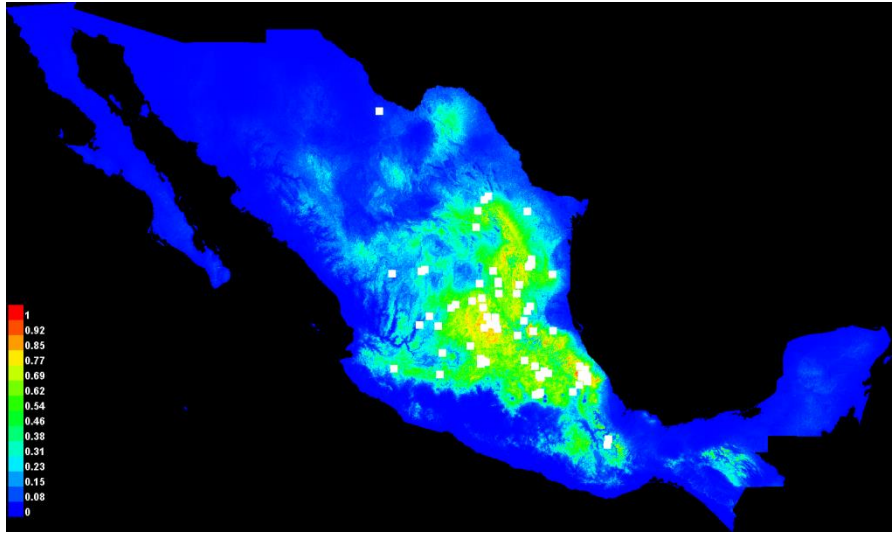
Mapa 41. Distribución geográfica potencial de *Opuntia macrorhiza* y registros de la especie.



Mapa 42. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia macrorhiza*

***Opuntia megacantha* Salm-Dyck**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.926), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 43). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. megacantha*** es reportada para los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014). Y para gran parte de México por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado (BS1kw), presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 a 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. semiárido-semicálido, (BS1hw) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor a 22 °C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente en llanuras aunque también sobre altiplanicies. La principal área de distribución para esta especie se genera sobre porción centro y Sur de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, abarcando desde una distribución muy dispersa al SE de Coahuila, pasando por la región central y Sur de Nuevo León, la parte centro y SE de San Luis Potosí, NE de Querétaro, el centro y NE de Hidalgo, una pequeña porción al NW de Veracruz y al N de Puebla. Para la provincia fisiográfica de la Mesa del Centro se presenta una distribución sobre su porción Sur, abarcando desde el SW de San Luis Potosí, el SE de Zacatecas, parte centro y N de Campeche y la parte central de Querétaro. Para el Faja Volcánica Transmexicana se presenta una distribución sobre su porción centro-N y NE, abarcando desde el SE de Guanajuato, una pequeña área al N de Michoacán, el SW de Querétaro, el S de Hidalgo, el centro y E del Estado de México y puntos dispersos sobre el territorio de Tlaxcala, el centro-N de Puebla y Veracruz (Mapa 44).



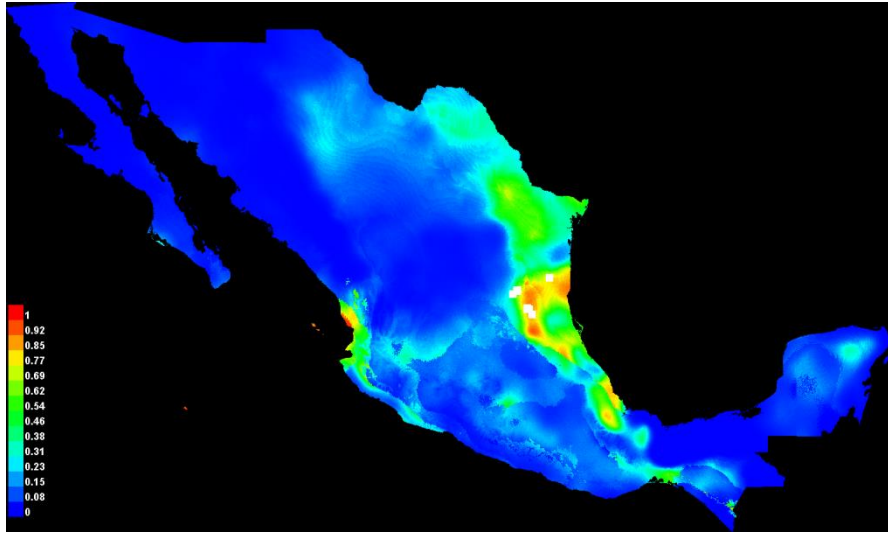
Mapa 43. Distribución geográfica potencial de *Opuntia megacantha* y registros de la especie.



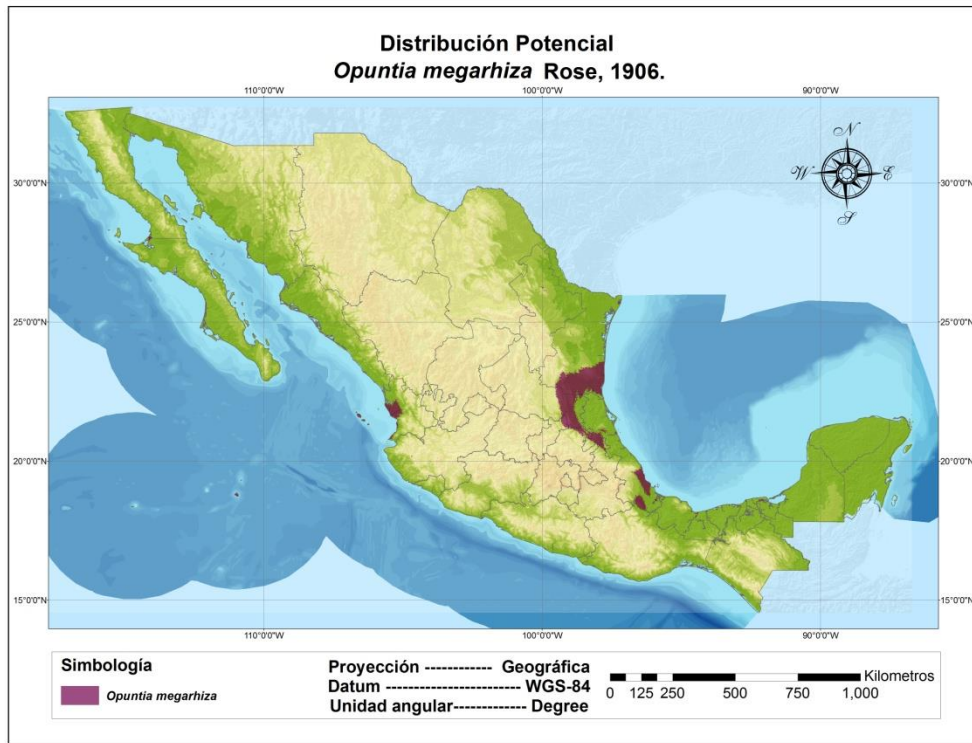
Mapa 44. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia megacantha*.

***Opuntia megarhiza* Rose**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.981), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 45). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. *O. megarhiza* es reportada para los estados de San Luis Potosí, Bravo Hollis (1978), Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son cálido-subhúmedo (Aw), presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, y una temperatura del mes más mayor de 18°C, semicálido-húmedo, (Am) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor a 22 °C. Tolera un rango de precipitación media anual de 400 a 2000 mm, siendo óptimo el rango de 800 a 1200 mm. Su distribución se genera principalmente en llanuras. La principal área de distribución para esta especie se genera sobre la provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte en su porción centro y centro-Sur, abarcando una gran área al Sur del estado de Tamaulipas y una pequeña porción del estado de Veracruz en su parte centro-norte y NW. Para la provincia de la Sierra Madre Oriental se genera una distribución sobre su porción SE, abarcando gran parte del territorio SE del estado de San Luis Potosí, sobre una porción al NE de Querétaro e Hidalgo y una pequeña porción al NW de Veracruz. Para la Llanura Costera del Golfo Sur se presenta un área de distribución sobre su porción Norte, abarcando dos franjas sobre la parte Sur de Veracruz. Una última área de distribución se genera sobre la porción sur de la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico, abarcando una porción al W del estado de Nayarit y sus islas (Mapa 46).



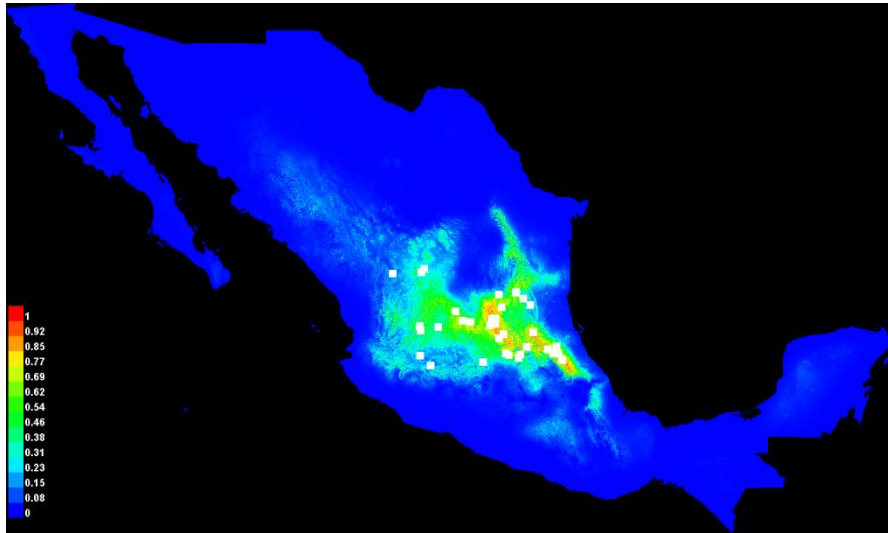
Mapa 45. Distribución geográfica potencial de *Opuntia megarhiza* y registros de la especie.



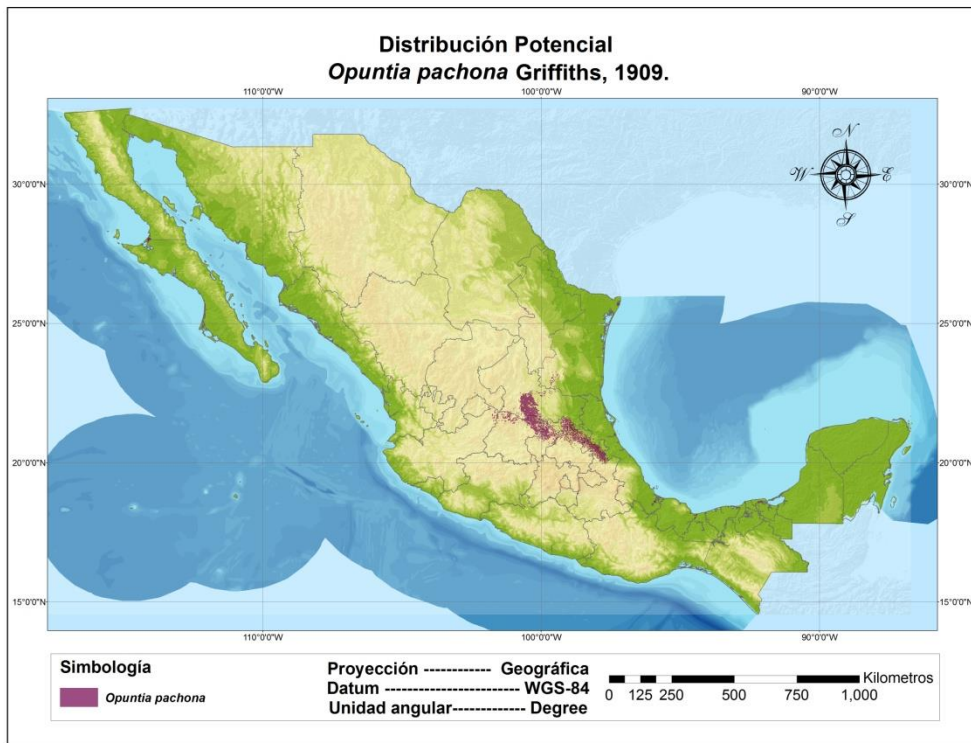
Mapa 46. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia megarhiza*.

***Opuntia pachona* Griffiths**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.973), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 47). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. pachona*** es reportada para los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, Bravo-Hollis (1978) y Scheinvar *et al.*, (2014), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar, a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido (BShw), presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, semiárido-templado, (BSkw) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y una temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre sistemas montañosos. La principal área de distribución para esta especie se genera sobre porción central y Sur de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, abarcando desde una área dispersa sobre el SW del estado de Tamaulipas y el centro de San Luis Potosí, haciéndose más densa en dirección sur de este estado, pasando por una porción al NE de Guanajuato, el NE de Querétaro, una pequeña área al SE de San Luis Potosí, el Norte de Hidalgo y Puebla, también por una pequeña área al NW de Veracruz. Una segunda distribución se genera sobre la porción Sur de la provincia Mesa del Centro, abarcando áreas un tanto dispersas de distribución desde una pequeña porción al SE de Zacatecas, el NE de Jalisco, el Norte de Guanajuato y la porción central del estado de Querétaro (Mapa 48).



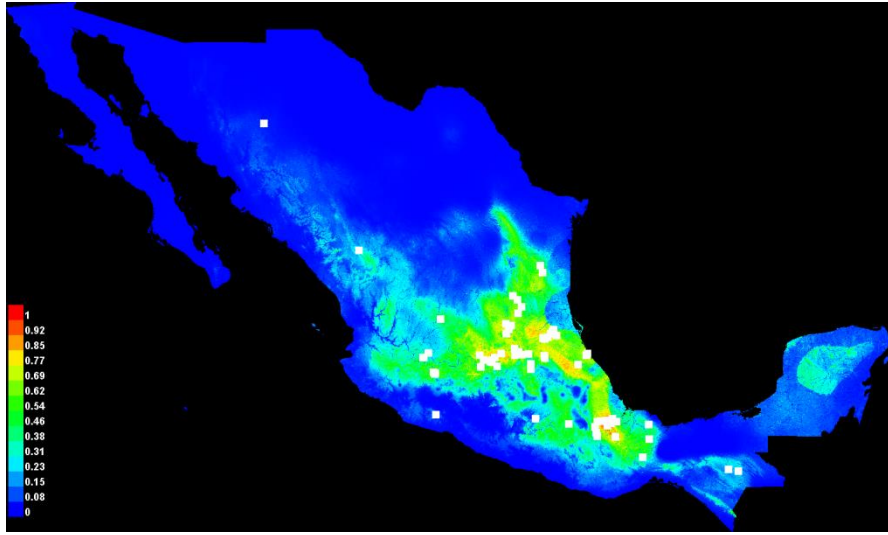
Mapa 47. Distribución geográfica potencial de *Opuntia pachona* y registros de la especie.



Mapa 48. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia pachona*.

***Opuntia pubescens* (Lem.) H. Wendl.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.939), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 49). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. pubescens*** es reportada desde el norte de México hasta Guatemala. En Sinaloa se ha observado en la presa Miguel Hidalgo, en Mocorito y en Culiacán; en Querétaro, cerca de la ciudad de Querétaro, en Bernal y en Vizarrón; en Hidalgo, en el Valle del Mezquital, en la Barranca de Tolimán y en la Barranca de Metztlán; en Puebla, en el Valle de Tehuacán; en Tamaulipas, al sur de Jaumave; en San Luis Potosí, en la región del Huizache; en Veracruz, debajo de Jalapa, Bravo-Hollis (1978), Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son cálido-húmedo (Am), presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, semiárido-templado, (BSkw) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y una temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 400 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 2000 a 2500 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y sistemas montañosos. La principal área de distribución para esta especie se genera sobre la Sierra Madre Oriental sobre su porción centro y S, abarcando el S de San Luis Potosí, el NE de Guanajuato, el N de Querétaro, Hidalgo y Puebla, llegando a ocupar una porción al NW de Veracruz. Para el Faja Volcánica Transmexicana, se genera una distribución que abarca, la parte S de Guanajuato, Querétaro, el W de Hidalgo, un área dispersa al N de Michoacán y una parte al centro de Veracruz. Se crea un área de distribución sobre la parte de unión entre la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur, abarcando la parte centro Sur de Veracruz, el SE de Puebla y una porción al N de Oaxaca. Una última distribución se genera sobre la Llanura Costera del Golfo Norte abarcando un área al centro de Tamaulipas y el N de Veracruz (Mapa 50).



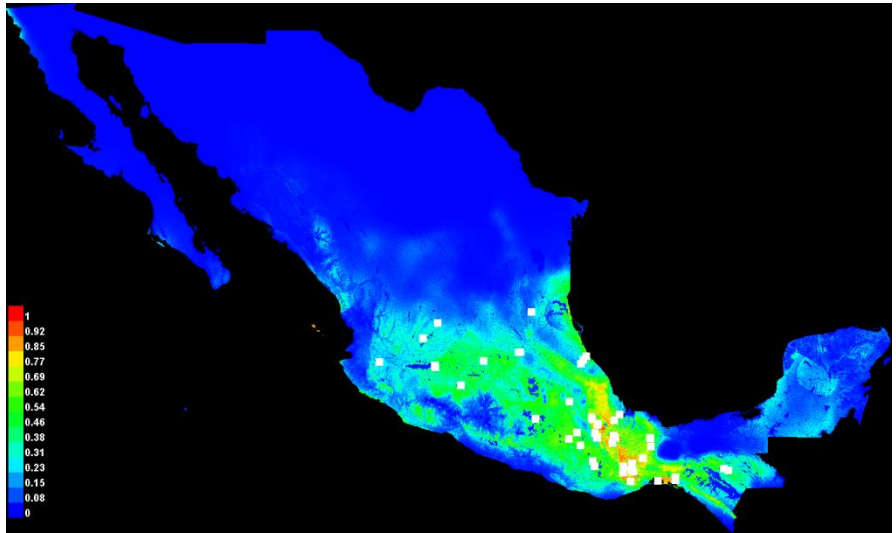
Mapa 49. Distribución geográfica potencial de *Opuntia pubescens* y registros de la especie.



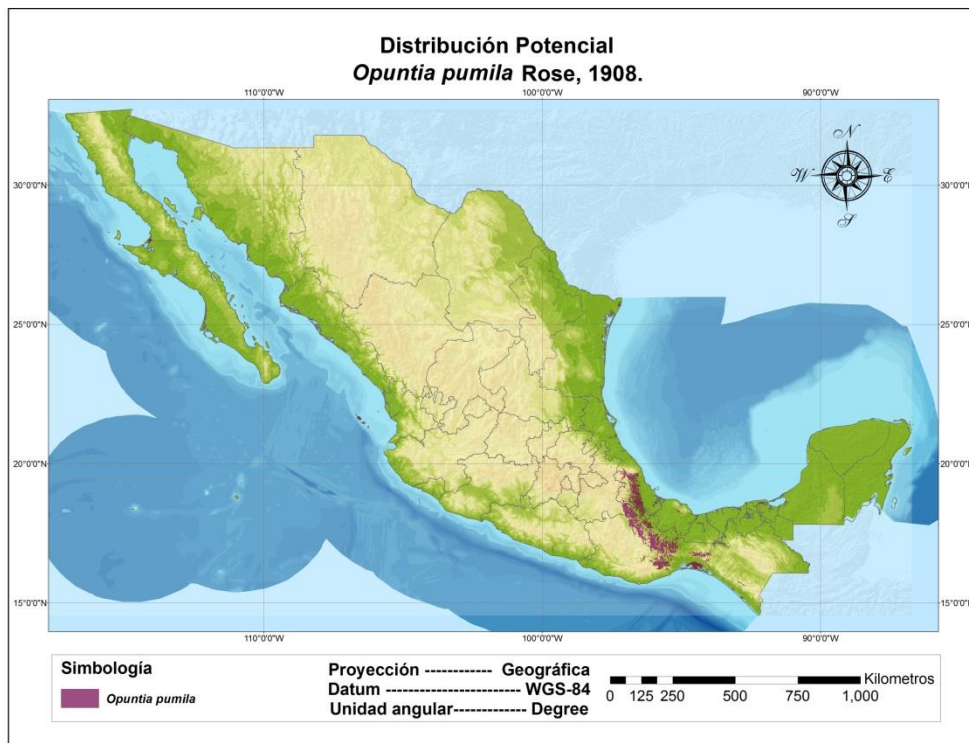
Mapa 50. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia pubescens*.

***Opuntia pumila* Rose**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.950), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 51). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. pumila*** es reportada con una amplia distribución desde la mesa central hasta Oaxaca, incluyendo Morelos Guerrero, Puebla Baja California Sur, Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014), Y al centro y sur de México por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son cálido-subhúmedo (Aw), presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, templado-húmedo, (C(m)) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y una temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 600 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 2000 a 2500 mm. Su distribución se genera principalmente sobre sistemas montañosos aunque también en llanuras. La distribución para esta especie se genera principalmente sobre la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur en su porción Sur que abarca una pequeña área al SE de Puebla y hacia el N y E de Oaxaca. Para el Faja Volcánica Transmexicana se genera una distribución sobre su porción E que pertenece al centro de Veracruz. Una área distribución se genera sobre la Llanura Costera del Golfo Sur sobre su porción W abarcando la región centro y centro Sur de Veracruz. Para la sierra Madre Oriental hay una distribución dispersa sobre su porción S abarcando el E de Hidalgo y el N de Puebla. Una última área de distribución se genera sobre la Cordillera Centroamericana, abarcando una parte al E de Oaxaca y áreas dispersas sobre el centro y Sur de Chiapas (Mapa 52)



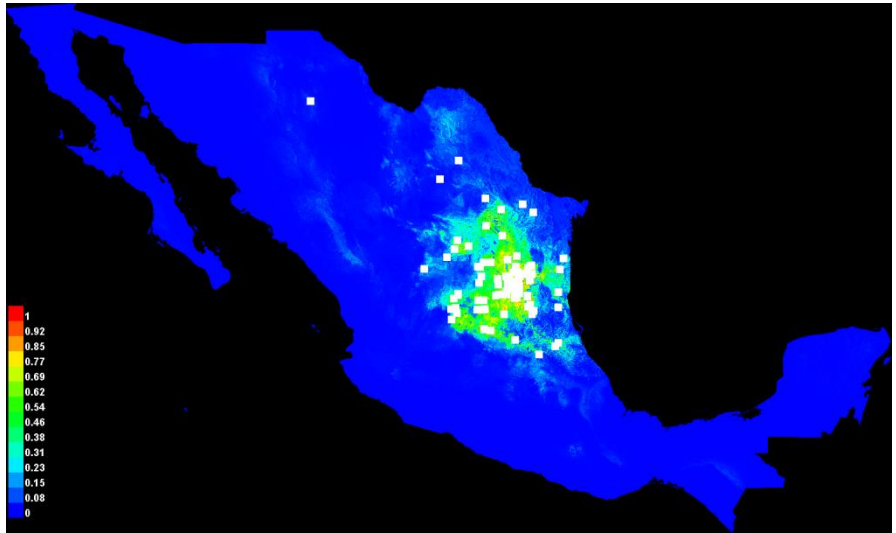
Mapa 51. Distribución geográfica potencial de *Opuntia pumila* y registros de la especie.



Mapa 52. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia pumila*.

***Opuntia rastrera* F.A.C. Weber**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.975), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 53). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. rastrera*** es reportada para San Luis Potosí y zonas adyacentes de los estados limítrofes, Bravo-Hollis (1978), Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido (BShw), presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, cálido-subhúmedo, (Aw) presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor a 18°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 2000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y elevaciones menores. La distribución para esta especie se genera principalmente sobre la porción centro-Sur de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, abarcando una pequeña área dispersa al SE de Coahuila, la parte centro y Sur de Nuevo León, una pequeña área al NE de Zacatecas, el SW de Tamaulipas, sobre el centro y SE de San Luis Potosí, y algunas áreas dispersas sobre la parte N de Hidalgo. Para la Llanura Costera del Golfo Norte se genera una distribución sobre su porción centro-N, abarcando un área sobre la porción centro de Tamaulipas. Una última distribución se genera sobre la provincia de la Mesa del Centro en su porción Sur, abarcando una pequeña porción al SE de Zacatecas, el SW de San Luis Potosí, el NE de Jalisco y una porción al Norte de Guanajuato (Mapa 54)



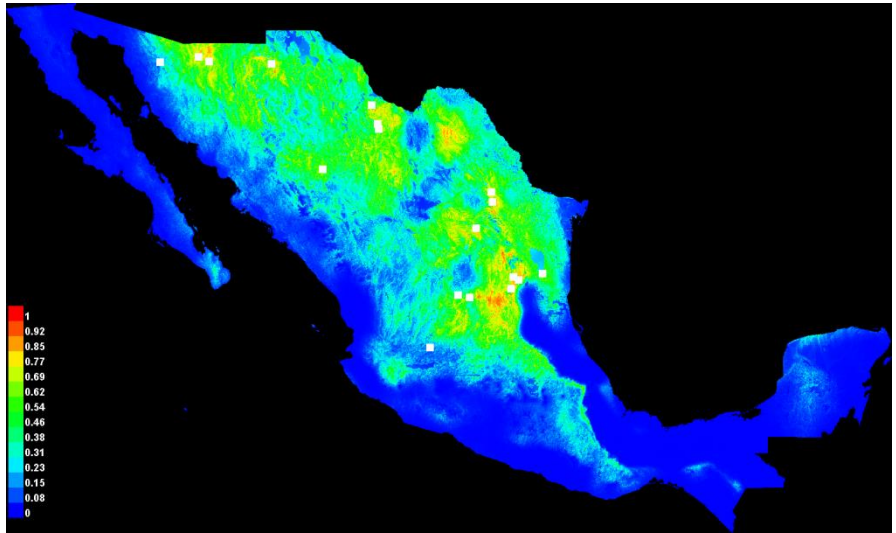
Mapa 53. Distribución geográfica potencial de *Opuntia rastrera* y registros de la especie.



Mapa 54. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia rastrera*.

***Opuntia santa-rita* (Griffiths & Hare) Rose**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.919), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 55). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. santa-rita*** es considerada sinónimo de *Opuntia violácea* var. *santa-rita* y reportada para Sonora, Chihuahua y Coahuila, Bravo Hollis (1978), Y para Arizona por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido (BShw), presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, semiárido-templado, (BSk) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 a 18°C y una temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 800 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y elevaciones menores. Para esta especie la mayor área de distribución se presenta sobre la Sierra Madre Oriental, abarcando la parte E, S y centro-N de Coahuila, una porción al W y el Sur de Nuevo León, el SW de Tamaulipas y el centro y S de San Luis Potosí, la porción centro de Querétaro e Hidalgo. Para la provincia de Sierras y Llanuras del Norte se genera una distribución, abarcando una porción al N de Sonora, la parte centro-N y E de Chihuahua, una pequeña porción al W de Coahuila y al N de Hidalgo. Para la Sierra Madre Occidental se presenta una distribución sobre el centro y N de esta provincia, abarcando el centro y E de Sonora, al W y centro S de Chihuahua. Para la provincia de la Mesa del Centro se crea una distribución dispersa que abarca, el SE de Zacatecas, el SW de San Luis Potosí, el NE de Jalisco y el N de Guanajuato. Una última distribución se presenta sobre la porción NW de la Llanura Costera del Golfo Norte, abarcando el centro-E de Nuevo León y una parte al centro-W de Tamaulipas (Mapa 56).



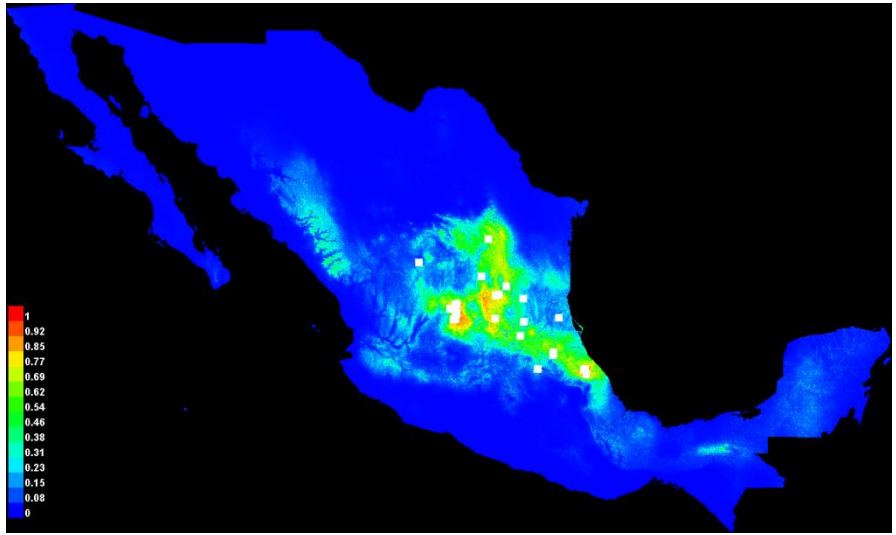
Mapa 55. Distribución geográfica potencial de *Opuntia santa-rita* y registros de la especie.



Mapa 56. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia santa-rita*.

***Opuntia spinulifera* Salm-Dyck**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.971), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 57). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. spinulifera*** es reportada para la región norte del Valle de México, Valle de Apan y Valle del Mezquital, en los Estados de México, Hidalgo y Tlaxcala, aunque también en: Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014), Y para México por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-templado, (BSkw) presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 a 18°C y una temperatura del mes más caliente menor de 22°C. semiárido-semicálido (BShw), presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y elevaciones menores. Para esta especie la mayor área de distribución se presenta sobre la provincia la Sierra Madre Oriental, abarcando la parte Sur del estado de Nuevo León, una pequeña área sobre el N de Zacatecas, la parte central y Sur de San Luis Potosí, áreas dispersas sobre el NE de Guanajuato y Querétaro, al N de Hidalgo y Puebla y una pequeña área al NW de Veracruz. Para la provincia fisiográfica la Mesa del Centro se genera una distribución sobre su porción centro y Sur, abarcando desde el SE de Zacatecas, el NE de Jalisco, una porción al SW de San Luis Potosí, y sobre el N de Guanajuato. Para la Llanura Costera del Golfo Norte se crea una distribución sobre su porción Sur, abarcando un área sobre el centro de Veracruz, área que también es perteneciente a la Faja Volcánica Transmexicana en una pequeña are al NE de dicha provincia (Mapa 58)



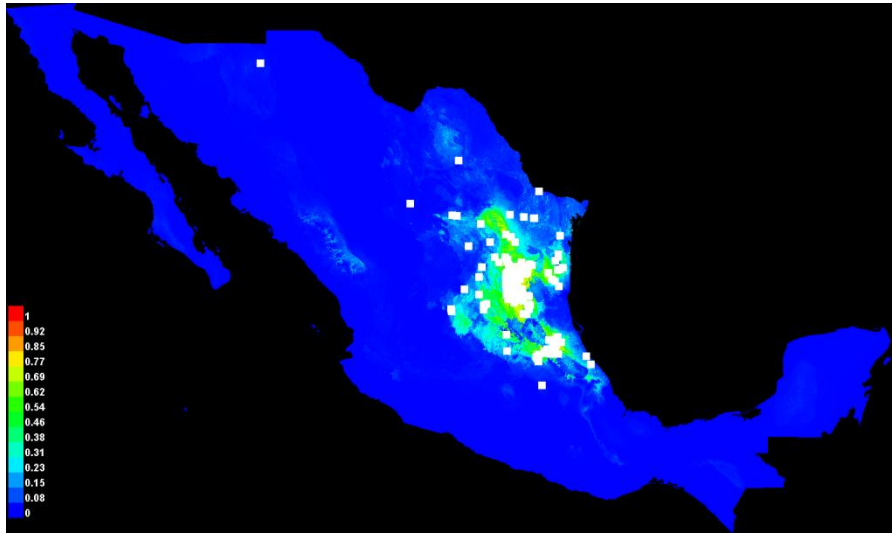
Mapa 57. Distribución geográfica potencial de *Opuntia spinulifera* y registros de la especie.



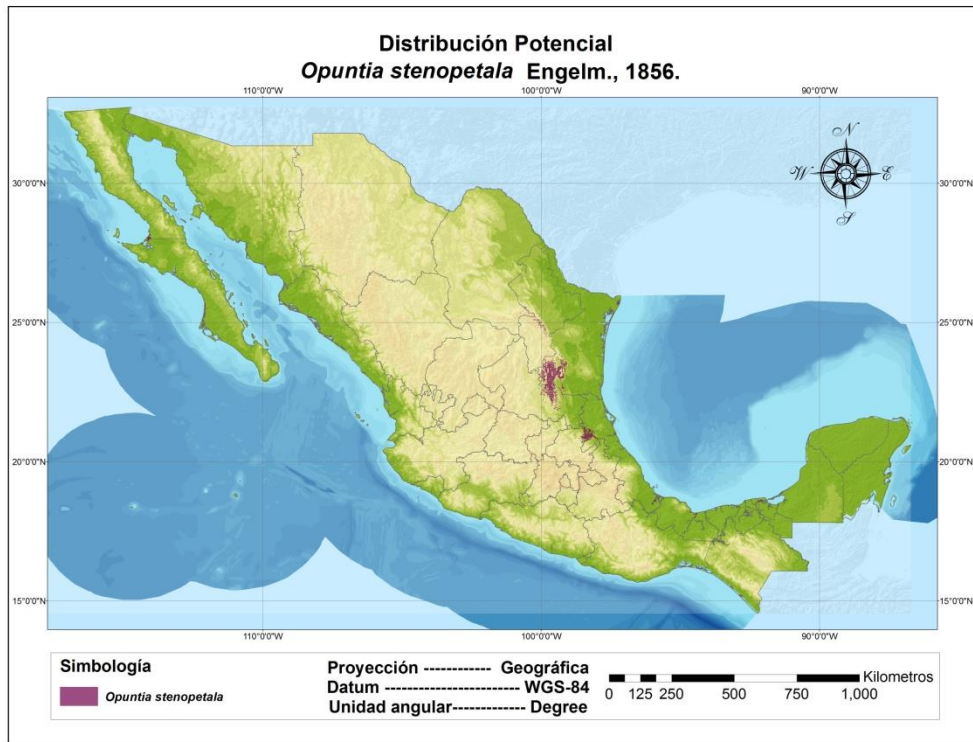
Mapa 58. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia spinulifera*.

***Opuntia stenopetala* Engelm.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.973), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 59). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color purpura. ***O. stenopetala*** se distribuye sobre toda la Mesa Central, Bravo Hollis (1978), Y en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala y Zacatecas, (Britton y Rose, 1919; Scheinvar *et al.*, 2014), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semiárido-semicálido, (BShw) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Cálido-subhúmedo (Aw), presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, Tolera un rango de precipitación media anual de 400 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 400 a 600 mm. Su distribución se genera principalmente sobre sistemas montañosos y llanuras. Para esta especie la mayor área de distribución se presenta sobre la provincia Sierra Madre Oriental, abarcando una pequeña porción sobre el SE de Coahuila, sobre la parte central en dirección SE del estado de Nuevo León, presentándose una gran área de distribución sobre la parte SW de Tamaulipas, para San Luis Potosí se presenta una distribución sobre la parte al SE, en dirección S se continua con la distribución sobre la porción NE del estado de Hidalgo y una pequeña área al NW del estado de Veracruz. Para la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte se presenta una distribución dispersa sobre su porción centro Norte, abarcando una parte central de Tamaulipas (Mapa 60)



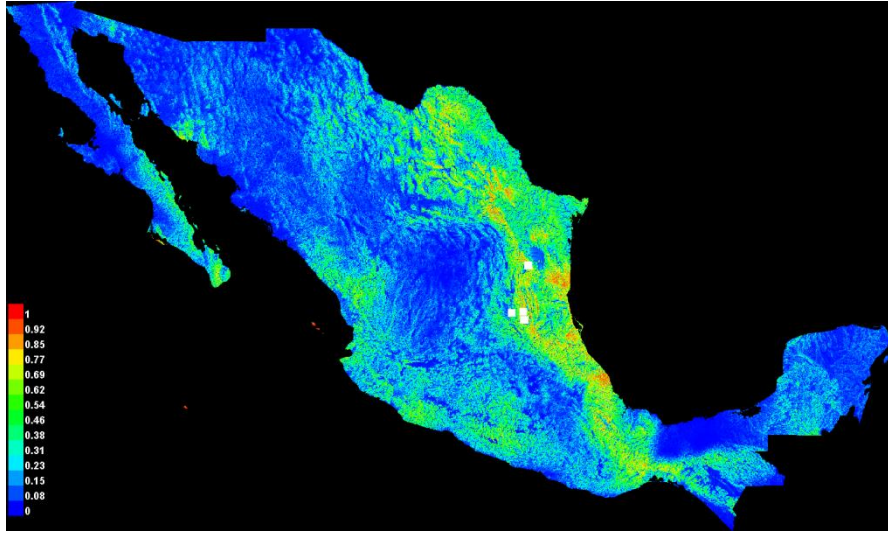
Mapa 59. Distribución geográfica potencial de *Opuntia stenopetala* y registros de la especie.



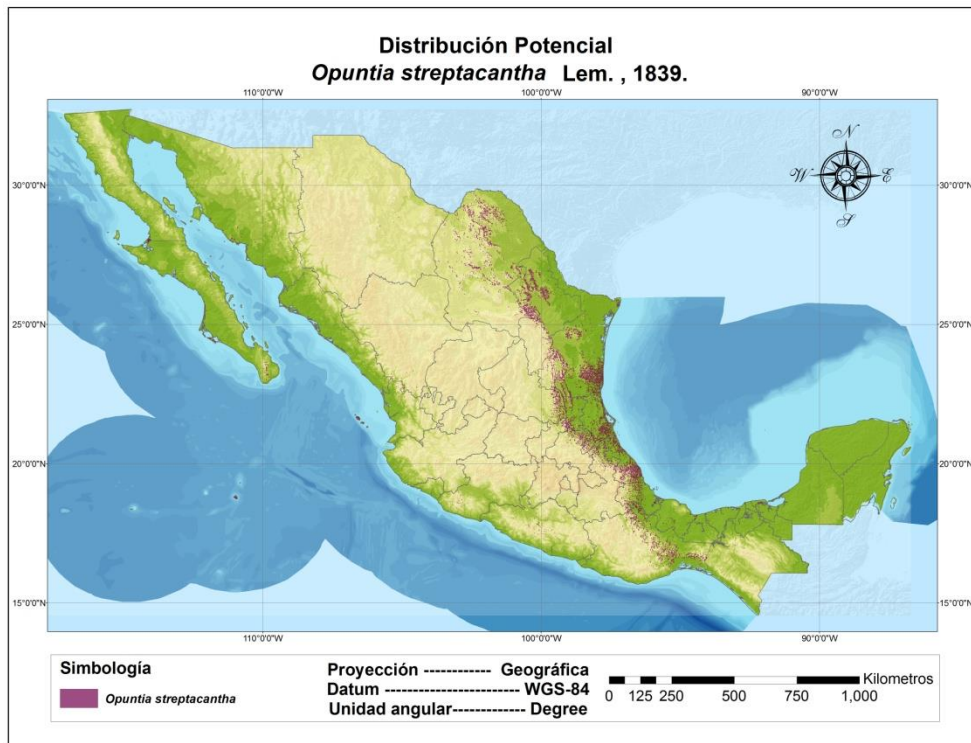
Mapa 60. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia stenopetala*.

***Opuntia streptacantha* Lem.**

La distribución potencial total generada con MaxEnt indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.949), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 61). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. *O. streptacantha* es reportada para la zona árida del Altiplano, sobre los Estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, México, Puebla, Oaxaca, en matorral crasicaule, Bravo Hollis (1978), Y en la mesa del centro, especialmente en el desierto de San Luis Potosí por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial donde los tipos de climas predominantes son semicálido-subhúmedo, (Aw) presentando una temperatura media anual mayor de 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, cálido-subhúmedo (Aw), presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, Tolera un rango de precipitación media anual de 125 a 4000 mm, siendo óptimo el rango de 600 a 800 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y sistemas montañosos. Para esta especie la mayor área de distribución se presenta sobre la Llanura Costera del Golfo Norte, abarcando el SE y centro-N de Tamaulipas, la porción central y sur de Veracruz. Para la Sierra Madre Oriental la distribución abarca gran parte del territorio de Coahuila y Nuevo León, una porción al SW de Tamaulipas, el SE de San Luis Potosí, al NE de Querétaro, Hidalgo y Puebla. Para la Faja Volcánica Transmexicana se presenta una distribución sobre su porción E, abarcando un área al centro de Veracruz. Sobre la Sierra Madre del Sur se genera una distribución que abarca el SW de Michoacán, el centro y norte de Guerrero, el S del Estado de México y gran parte al E y NE de Oaxaca. Para la Llanura Costera del Golfo Sur su distribución se presenta sobre la parte S de Veracruz. Una pequeña área se presenta sobre la Cordillera Centroamericana, abarcando la parte E de Oaxaca. Para la Sierra Madre Oriental sobre el N de Nayarit, el S de Durango y Sinaloa. Una pequeña área al sur de la Península de Baja California, (Mapa 62).



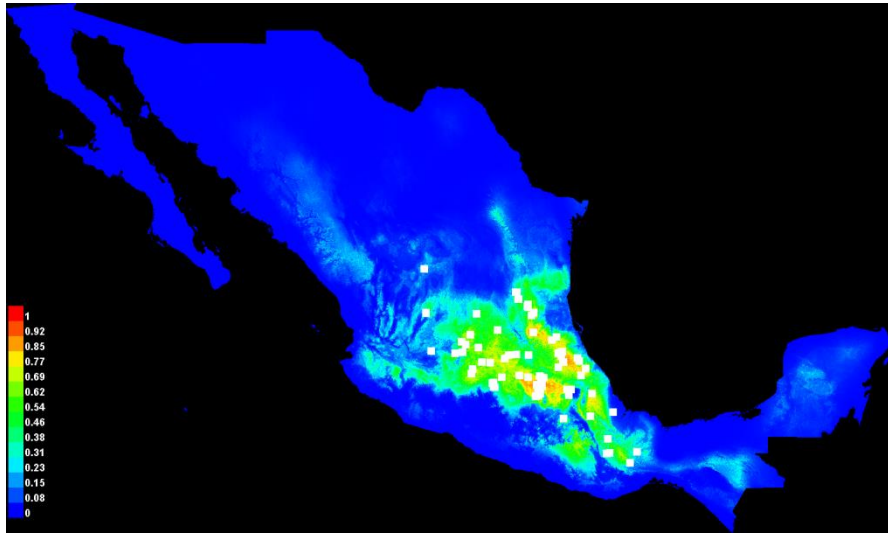
Mapa 61. Distribución geográfica potencial de *Opuntia streptacantha* y registros de la especie.



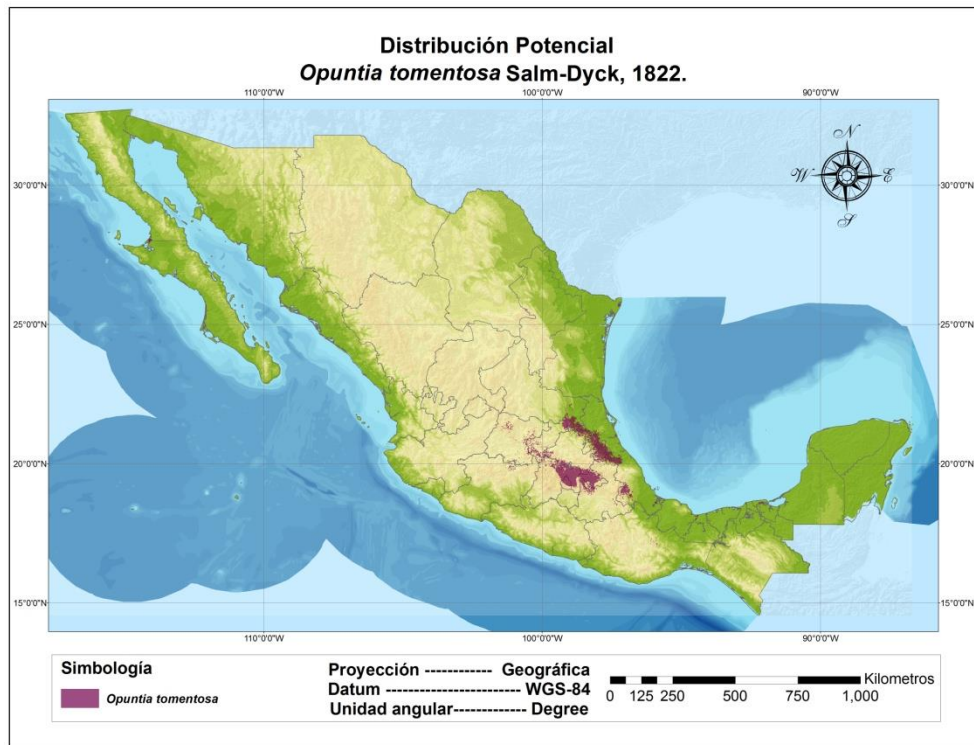
Mapa 62. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia streptacantha*.

***Opuntia tomentosa* Salm-Dyck**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.957), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 63). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. tomentosa*** es reportada para la parte central de México, y que es abundante en el Valle de México, Bravo-Hollis (1978), Y para la parte central de México por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son cálido-húmedo, (Am) presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, templado-subhúmedo (C(w2)), presentando una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y una temperatura del mes más caluroso menor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 400 a 2500 mm, siendo óptimo el rango de 600 a 800 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y sistemas montañosos. Para esta especie la mayor área de distribución se presenta sobre la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana, sobre su porción central, central Norte y E, abarcando la parte SE de Guanajuato, el S de Querétaro, una porción sobre el NE de Michoacán, parte al S de Hidalgo, sobre el centro-N y NE del Estado de México, la parte N del Distrito Federal, una porción al SE y W de Puebla, y un área sobre la parte centro W de Veracruz. Para la Sierra Madre Oriental se genera una distribución sobre su porción SE, abarcando área al SE de San Luis Potosí, el NE de Querétaro, sobre el N y el E de Hidalgo, el N de Puebla y sobre una porción al NW de Veracruz. Para la provincia de la Mesa del Centro se presenta una distribución sobre su porción Sur, abarcando la porción centro-N de Guanajuato. Una última distribución se presenta sobre la porción NE de la Sierra Madre del Sur, abarcando una porción al SE de Puebla, sobre el centro-N y NW de Oaxaca y una pequeña porción sobre el centro-W de Veracruz (Mapa 64).



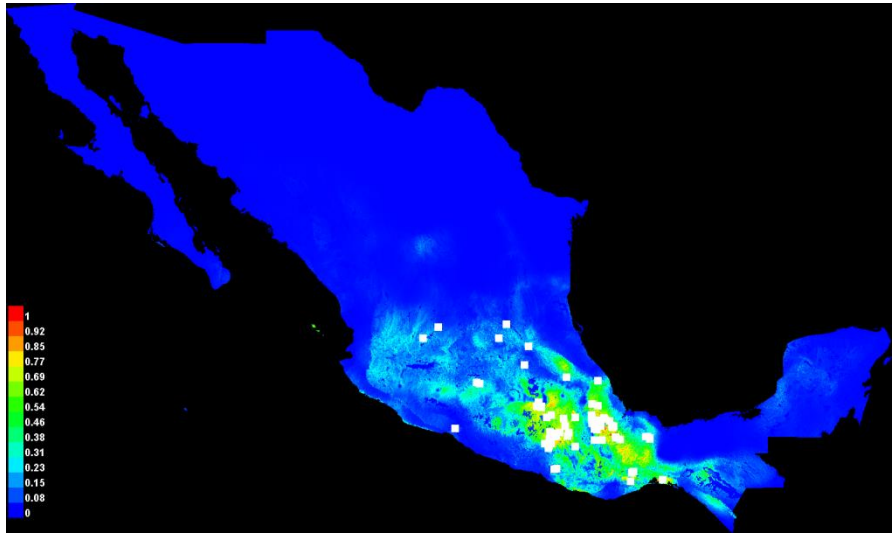
Mapa 63. Distribución geográfica potencial de *Opuntia tomentosa* y registros de la especie.



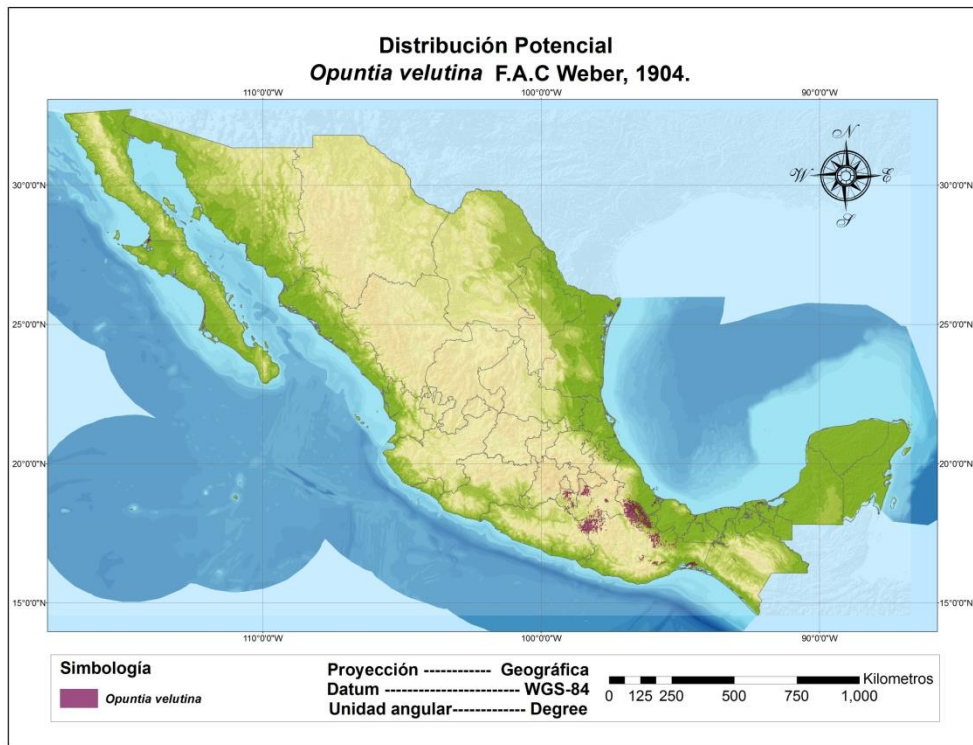
Mapa 64. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia tomentosa*.

***Opuntia velutina* F.A.C Weber**

La distribución potencial total generada con MaxEnt, indica una modelación confiable ya que posee un valor (AUC=0.963), modelo representado con un rango de colores que corresponden desde valores de 0% hasta el 100%, siendo los colores cálidos los representantes de mejores condiciones para que prospere la especie y la tendencia a colores fríos indicando mínimas o nulas condiciones para la prosperidad de la misma (Mapa 65). Con ArcMap a partir de lo anterior se crea una distribución potencial editada con valores de probabilidad del 80% en adelante representada por pixeles de color púrpura. ***O. velutina*** es reportada para los estados de Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz, (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar *et al.*, 2014), Y para la parte del sur de México por Britton y Rose (1919), La distribución potencial generada abarca áreas de esta distribución y se genera una distribución aumentada y más detallada, dando lugar a sitios con una mayor área de distribución potencial, donde los tipos de climas predominantes son cálido-húmedo, (Am) presentando una temperatura media anual mayor de 22°C, una temperatura del mes más frío mayor de 18°C, semicálido-subhúmedo (Aw), presentando una temperatura media anual mayor a 18°C, una temperatura del mes más frío menor de 18°C y una temperatura del mes más caluroso mayor de 22°C. Tolera un rango de precipitación media anual de 600 a más de 4000 mm, siendo óptimo el rango de 800 a 1200 mm. Su distribución se genera principalmente sobre llanuras y sistemas montañosos. Para esta especie la mayor área de distribución se presenta sobre la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur tendiendo a distribuirse sobre su porción Norte, abarcando una parte del territorio al NE del estado de Guerrero, para el estado de Oaxaca la distribución abarca áreas en su porción NW, centro y Norte. Para la Provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana sobre su porción Sur, abarcando una pequeña área al SE del Estado de México, casi en todo el territorio del estado de Morelos, sobre la parte centro y Sur de Puebla y sobre la una porción al centro-W de Veracruz. Para la Sierra Madre Oriental se presenta una pequeña distribución sobre su porción Sur, ocupada por un área al Norte de Puebla. Con respecto a la Cordillera Centroamericana se presenta una distribución que abarca la parte E de Oaxaca. Una pequeña área de distribución se ubica sobre La Sierra de Chiapas y Guatemala, que abarca una pequeña área al centro del estado de Chiapas (Mapa 66).



Mapa 65. Distribución geográfica potencial de *Opuntia velutina* y registros de la especie.



Mapa 66. Distribución geográfica potencial editada de *Opuntia velutina*.

DISCUSIÓN

En la presente investigación se utilizaron los datos de distribución geográfica conocida, incluidos en la Base de Datos: “Nopales Silvestres Mexicanos”, que contenía 5944 registros cuando se realizaron los presentes mapas y se elaboraron dos mapas para cada especie estudiada: uno con MaxEnt y otro con ArcMap, el mapa elaborado con MaxEnt presenta las localidades exactas de la distribución geográfica conocida y la distribución potencial total en toda la república mexicana. En cuanto que el mapa elaborado con ArcMap, presenta las localidades donde la especie puede encontrarse o ser introducida, con más de 80% de probabilidades de éxito para cada una de las 33 especies de nopales silvestres registrados en el estado de San Luis Potosí (Mapas 1-66), tomando en cuenta lo anterior se comparan los resultados obtenidos en la modelación, con lo contenido en los trabajos realizados por Britton y Rose (1919) y Bravo-Hollis (1978), que indican entre otras cosas, datos sobre la distribución geográfica conocida de algunas de las especies de nopales silvestres mexicanos, aunque sin especificar en detalle las áreas que cada especie ocupa, en esta distribución potencial generada además de mostrar condiciones climatológicas y de terreno, tolerables para las especies de nopales silvestres, se enriqueció con sitios donde esta especie puede encontrarse o prosperar.

Un aporte importante que se realizó en el presente trabajo fue el generar una distribución potencial editada, en la cual se descartaron probabilidades de distribución menores al 80%, ya que el modelaje de la distribución potencial se inspiró en el trabajo realizado por Scheinvar *et al.* (2014), en el “Atlas de Nopales Silvestre Mexicanos” en donde publican un mapa de la distribución geográfica real y potencial, elaborado con MaxEnt y que es realmente sobre predictivo alno eliminar las áreas de menor probabilidad de éxito.

De acuerdo a lo mencionado por Illoidi-Rangel *et al.* (2012) en que destaca que la distribución de las especies tiende a ser contigua ya que las áreas de distribución suelen ser comunicadas por corredores en los cuales las condiciones físicas son muy similares y comparándolo con lo obtenido en los resultados de la modelación, muestran esta misma tendencia al marcar la distribución potencial en zonas contiguas a las zonas de su distribución real, tal es el caso de los mapas obtenidos con MaxEnt. Los resultados generados con ArcMap nos muestran las áreas contiguas que tienen un porcentaje igual o mayor al 80% que por ende indican una distribución más precisa y detallada. Además de concordar con lo mencionado por Illoidi-Rangel *et al.*(2012), los resultados obtenidos en el presente trabajo aportaron datos novedosos como por ejemplo: la compatibilidad de

las especies con las distintas provincias fisiográficas del país. La provincia fisiográfica que contó con el mayor número de especies fue la Sierra Madre Oriental, donde se encontraron 12 especies: *O. cantabrigiensis*, *O. chlorotica*, *O. rastrera*, *O. glaucescens*, *O. hyptiacantha*, *O. leucotricha*, *O. megacantha*, *O. pachona*, *O. pubescens*, *O. santa-rita*, *O. spinulifera* y *O. stenopetala*, mostrando de esta manera que la mayor parte de las especies de nopales silvestre presentes en San Luis Potosí tiene una distribución preferente a esta provincia y que son zonas contiguas que abarcan una similitud de condiciones xéricas a lo largo de esta Sierra Madre Oriental, de esta manera concordando nuevamente con lo dicho por Illoidi-Rangel *et al.*(2012). En segundo lugar, con respecto al número de especies presentes, pertenece a la provincia de la Mesa del Centro, donde se encontraron cinco especies: *O. chavena*, *O. durangensis*, *O. guilanchi*, *O. joconostle* y *O. lasiacantha*. Para la Faja Volcánica Transmexicana, también se presentaron cinco especies: *O. cochineria*, *O. cretochaeta*, *O. fuliginosa*, *O. guerrana* y *O. tomentosa*. Para las especies con afinidad a la Sierra Madre del Sur se encontraron cuatro especies: *N. auberi*, *N. karwinskiana*, *O. pumila* y *O. velutina*. Para la Llanura Costera del Golfo Norte, tres especies: *N. dejecta*, *O. megarhiza* y *O. streptacantha*. Para la Sierra Madre Occidental, sólo se encuentra la *O. azurea*. También con la Península de Yucatán se encontró una especie afín: *O. grandis*. En la provincia fisiográfica de las Sierras y Llanuras del Norte, también se encontró una especie afín: *O. macrorhiza*. La última provincia fisiográfica: Grandes Llanuras de Norteamérica presenta afín la *O. aciculata*. Al ser mencionadas todas las especies con su correspondiente distribución en las distintas provincias fisiográficas se muestra de la misma manera que corresponde la distribución potencial a áreas contiguas a su distribución real, correspondiendo en todos los casos con lo mencionado por Illoidi-Rangel *et al.* (2012).

Con respecto a las 33 especies de distribución potencial modeladas que cuentan con un porcentaje del 80% en delante de probabilidad de presencia para el estado de San Luis Potosí, la mayoría generó predicciones de distribución potencial para áreas dentro de sus límites estatales, excepto para *N. karwinskiana* que a pesar de ser una especie que se distribuye en San Luis Potosí, el modelo de distribución potencial marca una probabilidad menor al 80% en las áreas de distribución real, esto es que esta especie es tolerable a un rango más amplio de condiciones climáticas, predicción respaldada al ser mencionada por Bravo-Hollis (1978), como una especie que se distribuye sobre el estado de San Luis Potosí las áreas donde se distribuye realmente se distribuye hacia la porción Oeste del país, lo que nos indica que las condiciones para el desarrollo de esta especie

pueden ser no tan específicas. Algo muy similar ocurre con el modelo de distribución potencial de *O. grandis*, cuya distribución abarca gran parte del territorio nacional sobre las regiones cercanas al mar, y con pocas probabilidades de distribución en San Luis Potosí, aunque sea una especie que para Bravo-Hollis, (1978), esta especie si se distribuya sobre san Luis Potosí. Para el modelo de distribución potencial generado para *O. macrorhiza*, que su distribución potencial se genera en el norte del país, coincide con la distribución referida por Bravo-Hollis (1978), Britton y Rose (1919) y Scheinvar *et al.* (2014). Es una especie que requiere de condiciones ambientales que no se encuentran en el territorio de San Luis Potosí, lo que puede relacionarse con errores de identificación o pocas colectas con los registros correspondientes a este estado. En el caso de la distribución potencial generada para *O. pumila* y *O. velutina*, la mayor probabilidad de presencia para estas especies es marcada para el Sur del país, a pesar de ser especies que si se distribuyen sobre el territorio Potosino, correspondiendo con lo mencionado por Bravo-Hollis (1978), Britton y Rose (1919) y Scheinvar *et al.* (2014), lo que nos indica que estas especies presentan una amplia la tolerancia a condiciones distintas a las ideales.

Con el modelo realizado para cada una de las especies de nopales silvestres se obtuvieron resultados que predicen de manera satisfactoria la distribución potencial de las especies y los mapas obtenidos pueden servir de guía para dirigir el trabajo de campo hacia sitios específicos donde, según el modelo, las especies podrían encontrarse, aunque todavía no existe prueba fehaciente de su presencia, por ende tomando en cuenta a (Lindenmayer *et al.*,2000; Fischer *et al.*, 2001), en donde se menciona que no deja de ser probabilidad ya que no es posible determinar cuánto sobreestima el modelo, las áreas de distribución potencial; solamente con trabajo de campo más intensivo se podrá determinar qué tanto el sistema extiende más allá de sus límites reales la distribución de cada especie.

Al comparar los modelos de distribución potencial de las 33 especies de nopales silvestres obtenidos con MaxEnt y los generados con otros programas similares para el modelaje potencial de especies, MaxEnt tiene la ventaja de representar menor sobre predicción, esto es porque en primera instancia el programa puede funcionar con pocos registros de colecta , que en un estudio con pocos ejemplares de una especie sería imposible modelar con algún otro programa y sin ser sobre predictivo según lo mencionado por (Phillps *et al.*, 2006; González, 2007), además de esta manera el modelo se vuelve más confiable, aunque si el numero de registros es mayor la homogeneidad es mayor y más aun la confiabilidad del modelo,

Los modelos de distribución geográfica potencial obtenidos para las 33 especies de nopales silvestres, se basan en el concepto de nicho ecológico multidimensional, que distingue entre nicho fundamental y realizado, concordando con lo mencionado por Hutchinson (1957), y también siendo discutido en relación al modelaje de la distribución potencial en diversos trabajos (James *et al.*, 1984; Guisan y Zimmermann, 2000; Pulliam, 2000; Peterson, 2001; Peterson y Vieglais, 2001; Anderson *et al.*, 2003; Araujo y Guisan, 2006).

De acuerdo con los mapas de distribución potencial de las especies de nopales silvestres de San Luis Potosí, obtenidos en el presente trabajo se toma en cuenta que estos resultados son basados en un algoritmo que funciona con 19 variables bioclimáticas, entonces cada uno de los modelos generados solo muestra las áreas en donde la especie se pueda distribuir y las probabilidades que hay para ello, pero hay factores que no son tomados en cuenta, como por ejemplo lo mencionado por Guisan y Zimmermann, 2000; Collins y Glenn, (1991), en donde ellos mencionan que el modelado de la distribución potencial no toma en cuenta que las especies se encuentran adaptadas a condiciones ambientales en donde se forman ciertas combinaciones ambientales, que junto a interacciones bióticas específicas pueden determinar su presencia, ya que presentan limitantes físicas y fisiológicas relacionadas con el clima que permiten un ambiente tolerable para ellas, son factores que son muy importantes que hay que tomar en cuenta para generar resultados de distribución potencial más confiables.

Pulliam (1998; 2000) menciona que el nicho realizado para las especies puede ser más pequeño que el fundamental por influencia humana, interacciones bióticas o barreras geográficas que impidan la dispersión y colonización. Además, indica que la dinámica poblacional, principalmente la dispersión en plantas y migración en animales, permiten que las especies se presenten en hábitats no adecuados para ellas, mientras que otras especies pueden no estar presentes en hábitats con condiciones adecuadas debido a extinciones locales o limitaciones en su dispersión. Esta teoría es llamada como fuente-hoyo y ha servido para explicar la distribución de las especies a escala local y en un cierto espacio de tiempo. Sin embargo, a nivel global o regional, así como en la cuestión de temporalidad, estudiar y llegar a conocer estos procesos en la dinámica de las poblaciones es complejo, por lo que los resultados obtenidos en este trabajo con respecto a la modelación de la distribución potencial para las 33 especies de Nopales Silvestres son modelos que como se menciono anteriormente son resultados que no toman en

cuenta muchas de estas interacciones y que solo determina los límites geográficos y ambientales que permiten a la especie desarrollarse y sobrevivir, es decir, el nicho fundamental. Aunque por otro punto de vista estos aportan aproximaciones muy útiles y objetivas para explicar la distribución general de las especies y su nicho ecológico, ajustándose al concepto de nicho multidimensional, en el que las especies están presentes en zonas donde las condiciones son adecuadas y nunca, donde son inadecuadas.

Para la mayoría de los modelos de distribución generados en el presente trabajo, Muestran áreas de predicción contiguas a los registros de distribución utilizados, esto nos indica confianza, ya que son zonas cercanas a su distribución real, aunque también se generaron presencias para zonas que no cuentan con registros cercanos. Estas deben ser consideradas como base para el estudio de cada especie y así poder validar los resultados, en algunos casos se trata de áreas disyuntas de menor tamaño que a pesar de presentar condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la especie, podrían ser resultado de error por sobrepredicción, debido a distintos factores que limiten la dispersión de la especie, como pudieran ser barreras geográficas, impidiendo su presencia en dichas zonas, como resultado de su historia evolutiva, al ser una modelación, se genera una imposibilidad de determinar que tanto es sobre predictivo un modelo según lo mencionado por Villaseñor y Téllez, (2004), así solo con trabajo de campo se podría corroborar que tanto es sobrepredictivo el modelado.

Las especies de nopales modeladas en el presente trabajo, excepto *O. macrorhiza*, evidencian en su distribución zonas en las cuales hay convivencia entre algunas de estas especies, especialmente aquellas que no presentan diferencias ambientales significativas entre sí, es decir, presentan distribución simpátrica o parapátrica, en algunos casos como resultado de la similitud de sus nichos ecológicos, que al comparar estos resultados con las áreas de distribución real mencionadas por Bravo-Hollis (1978) y Scheinvar (2010), nos demuestra que son los mismos sitios de distribución y convivencia que en este caso resultan evidentes en el centro del país, que es reportado para ellos como de mayor riqueza de la Familia Cactáceae, zona en que hay probablemente procesos de hibridación entre especies y poliploidía elevada.

Uno de los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran el área de predicción modelada en km², señalan especies con una mayor amplitud de distribución geográfica como *O. grandis* y *O. cretochaeta*, lo que contrasta con otras, cuya distribución

potencial obtenida es reducida, como es el caso de *O. glausescens* y *O. stenopetala*. Estas diferencias en cuanto al porcentaje de área predicha para México, evidencian las diferencias geográficas que limitan la distribución de las especies y las diferencias en cuanto a los requerimientos para cada especie. Esto concuerda por lo señalado por Brailovsky (2008) ya que menciona que en particular algunas especies del género *Opuntia* cuentan con un grado de especificidad que restringe su distribución.

Lindenmayer *et al.*, 1996; Illoidi-Rangel *et al.*, (2012) discutieron la utilidad de estos métodos de modelado de la distribución potencial como referencia para establecer especies en los sitios más adecuados, reforestación para la propagación de especies en peligro de extinción, microendémicas o de especial interés comercial. En particular, para los estudiosos de la diversidad vegetal de México, entonces los resultados generados en el presente trabajo es de mucha utilidad al poderse utilizar como fuente de información potencial para futuros estudios taxonómicos, biogeográficos, de reforestación y restauración ecológica, ya que cuentan con datos novedosos como son la distribución potencial editada en donde se muestran distribuciones con probabilidades del 80 por ciento en adelante y aunado a condiciones físicas necesarias para su desarrollo que relativamente lo convierte en una modelación más confiable.

CONCLUSIÓN

La distribución potencial de los nopales silvestres pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea* presentes en el estado de San Luis Potosí se acentúan principalmente sobre las regiones xéricas de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, que es la provincia fisiográfica que cuenta con las mejores condiciones para el desarrollo de las especies de estos dos géneros, aunque no necesariamente toda el área predicha con condiciones satisfactorias será ocupada realmente por las especies, debido a la dinámica poblacional, su nicho ecológico, interacciones bióticas, variaciones climáticas, cambios de uso de suelo, y eventos de tipo estocástico, que interactúan a diferentes escalas espaciales y temporales.

LITERATURA CITADA

- Anderson, R. P.; D. Lew y T. A. Peterson. 2003. *Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models*. Ecological Modelling, 162:211-232.
- Araujo, M. B. y A. Guisan. 2006. *Five (or so) challenges for species distribution modelling*. Journal of Biogeography, 33:1677-1688.
- Bravo, H. H. 1978. *Las Cactáceas de México*. 2ª ed. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Pp. 743.
- Bravo, H. H. y Scheinvar, L. 1995. *El Interesante Mundo De Las Cactáceas*. 2ª ed. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. Pp. 233.
- Brailovsky, S. D. 2008. *Diversidad, distribución geográfica y conservación de Cactáceas en el Desierto Chihuahuense. Región de Mazapil, Zacatecas y áreas adyacentes*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. UNAM. México. D. F. Pp. 93.
- Britton, N. L. y J. N. Rose. 1919. *The Cactaceae. Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family*. V. I. The Carnegie Institution of Washington. Washington p.236.
- Colin J., P. Maeda y E. Muñoz., 2006. *Análisis espacial de la riqueza de especies*. CONABIO. Biodiversitas. 68:6-10.
- Collins, S. y S. Glenn. 1991. *Importance of spatial and temporal dynamics in species regional abundance and distribution*. Ecology, 2:654-664.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. [En línea] CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. [En línea] (Consultado el 16 de agosto de 2009). http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Capital_natural_y_bienestar
- Dirzo, R. 1990. *La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?* En. *Ecología y Conservación en México*. Soberón, Jorge. (Compilador). Ciencias (Número especial. 4): 48-55.

EROS (U.S. Geological Survey Center for Earth Resources Observation and Science). 2006. *HYDRO1k Elevation Derivative Database*. Sioux Falls, South Dakota. LPDAAC. 20 de noviembre de 2009.

<http://eros.usgs.gov/products/elevation/hydro1k.html>

Fischer, J., D. B. Lindenmayer, H. A. Nix, J. L. Stein y J. A. Stein. 2001. *Climate and animal distribution: a climatic analysis of the Australian marsupial Trichosurus caninus*. Journal of Biogeography 28: 293-304.

Flores-Villela, O. y P. Géz. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. 2ª Edición. CONABIO-UNAM. México, D. F.

González, D. A., M. E. Riojas L. y H. J. Arreola N. 2001. El género *Opuntia* en Jalisco. Guía de campo. Universidad de Guadalajara y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Zapopan, Jalisco. 135 p.

González, R. C. 2007. *Vectores de Leishmaniasis en México y Colombia; modelado de nicho ecológico y predicciones de distribución geográfica*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. UNAM. México. D.F. Pp. 83.

González-Ortega, J. 1929. *Flora indígena de Sinaloa*. Imprenta de la EscuelaPreparatoria. Mazatlán, Sinaloa. 17 p.

Guisan, A. y N. E. Zimmermann. 2000. *Predictive habitat distribution models in ecology*. Ecological Modelling, 135:147-186.

Guzmán, U. L., S. Arias y P. Dávila. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 315 p.

Hijmans, R. J.; S. E. Cameron; J. L. Parra; P. G. Jones y A. Jarvis. 2005. *The WorldClim interpolated global terrestrial climate surfaces*. Versión 1.3.<http://www.worldclim.org>

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp/territorio/clima.aspx?tema=me&e=24>

Hunt, D. R.2006. *The New Catus Lexicon*. Text. Milbourne Port, Inglaterra. 373 p.

- Hutchinson, G. E. 1957. *Concluding remarks*. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology, 22: 415-427.
- Iloldi-Rangel, P.; Ciarleglio, M.; Scheinvar, L.; Linaje, M.; Sanches-Cordero, V.; Sarkar, S. 2012. *Opuntia in México: Identifying Priority Áreas for Conserving Biodiversity in a Multi-Use Landscape*. PLoSone. 5: 1-16
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2003. *Anuario Estadístico*, Ed. 2003. INEGI. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- James, F. C.; F. R. Johnston; O. N. Wamer; J. G. Niemi y J. W. Boecklen. 1984. *The Grinneallian niche of the Wood Thrush*. American Naturalist, 124: 17-47.
- Leuenberger, B. E. 1976. *Die Pollenmorphologie der Cactaceae*. Dissertationes Botanicae Band31. J. Cramer. Vaduz. Germany.
- Lindenmayer, D. B., Mackey B. G. & H. A. Nix. 1996. *The bioclimatic domains of four species of commercially important eucalypts from south-eastern Australia*. Australian Forestry 59: 74-89.
- Lindenmayer, D. B., B. G. Mackey, R. B. Cunningham, C. F. Donnelly, I. C. Mullen, M. A. McCarthy y A. M. Gill. 2000. *Factors affecting the presence of the cool temperate rain forest tree myrtle beech (Nothofagus cunninghamii) in southern Australia: integrating climatic, terrain and disturbance predictors of distribution patterns*. Journal of Biogeography 27: 1001-1010.
- Llorente, J. y J. Morrone. 2001. *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. 1ª. Ed. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. Pp.31-33.
- Llorente B., J.; y D.J. Castro G. 2002. *Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿Hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad* Vol.2: 307-318. En Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática: PriBES 2002 Costa, C.; Vanin, S. A.; Lobo, J. M.; y Melic A. (Eds.). Zaragoza, España.
- Luna V., I. 2008. *Aplicaciones de la biogeografía histórica a la distribución de las plantas mexicanas*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 79: 217-241.

- Olson, M. D.; E. Dinerstein; E. D. Wikramanayake; N. D. Burgess; G. V. N. Powell; E. C. Underwood; J. A. D'Amico; I. Itohua; H. E. Strand; J. C. Morrison; C. J. Loucks; T. F. Allnutt; T. H. Ricketts; Y. Kura; J. F. Lamoreux; W. W. Wettengel; P. Hedao y K. R. Kassem. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. BioScience,51(11):933-938.
- Paredes, R., T. Van Devender y R. Felger. 2000. *Cactáceas de Sonora, México: su Diversidad, Uso y Conservación Arizona-Sonora* Desert Museum Press, Tucson, Arizona. 143 p.
- Parfitt, B. D. y D. J. Pinkava. 1988. *Nomenclatural systematic reassessment of Opuntia engelmannii and Opuntia lindheimeri (Cactaceae)*. Madroño 35: 342-349.
- Parfitt y A. C. Gibson. 2003. Cactaceae. *Flora of North America. North of Mexico*. v. 4. Part 1. Oxford University Press. pp. 92-152.
- Pérez-Sandi, M. 2001. *Addressing the threat of Cactoblastiscactorum (Lepidoptera: Piralidae), to Opuntia in Mexico*. Florida Entomologist 84(4): 499-522.
- Peterson, T. A. 2001. *Predicting species geographic distributions based on ecological niche modeling*. The Condor, 103:599-605.
- Peterson, T. A. y D. A. Vieglais. 2001. *Predicting species invasions using ecological Niche modelling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problema*. BioScience, 51:363-371.
- Phillips, J. S.; R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. *Maximun entropy modeling of species geographic distributions*. Ecological Modelling,190:231-259.
- Pimienta, E. 1997. "El nopal en México y el mundo" in *Suculentas Mexicanas Cactáceas*. CVS Publicaciones.87-95 pp.
- Pinkava, D.J. 1996. *Nomenclatural changes in Opuntia (Cactaceae)*. Haseltonia 4:103-104. En: Paredes, R., T. Van Devender y R. Felger. 2000. *Cactáceas de Sonora, México: su Diversidad, Uso y Conservación Arizona-Sonora*. Desert Museum Press, Tucson, Arizona. 143 p.

- Pinkava, D. J. 2002. On the evolution of the continental North American Opuntioidea (Cactaceae). En: Hunt, D. R. y N. Taylor (eds. y comps). Studies on Opuntioidea (Cactaceae). London. pp 59-98.
- Pulliam, H. R. 1988. *Sources, sinks and populations regulation*. The American Naturalist, 132:652-661.
- Pulliam, H. R. 2000. *On the relationship between niche and distribution*. Ecology Letters, 3:349-361.
- Sarukhán, J. y R. Dirzo. 1992 *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México, D. F.
- Scheinvar, L., G. Olalde-Parra y P. Zavaleta-Beckler. 2009. *Diez especies mexicanas productoras de Xoconostles: Opuntia SSP. Y Cylindropuntia Imbricada (Cactácea)* UNAM, UAEH y UAM. México D.F.
- Scheinvar, L., G. Olalde-Parra y C. Gallegos-Vázquez. 2014. *Atlas de Nopales Silvestres mexicanos*. UNAM y SAGARPA-SINAREFI. México, D.F. En prensa.
- Soberón, J.; J. Golubov y J. Sarukhán. 2001. *The importance of Opuntia in Mexico and routes of invasion and impact of Cactoblastiscactorum (Lepidoptera: Phylalidae)* Florida Entomologist, 84(4):486-492.
- Trabucco, A y J. R. Zomer. 2009. *Global Aridity Index (Global-Aridity) and Global Potential Evapo-Transpiration (Global-PET) Geospatial Database*. CGIAR Consortium for Spatial Information. <http://www.csi.cgiar.org/>
- Trotta, M. N.; J. M. Lobo y F. J. Cabrero. 2008. *Distribución conocida y potencial de las especies de Geotrupinae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en México*. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 24(002):39-65.
- Toledo, V., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. *La producción rural en México: Alternativas ecológicas*. Ed. Universo Veintiuno. México, 402 pp.
- Villaseñor, J. L. y O. V. Téllez. 2004. *Distribución geográfica potencial de las especies del género Jefeá (Asteracea) en México*. Anales Instituto de Biología UNAM, Serie Botánica, 75(2): 205-220.

Zimmermann H. G., Bloem S.&H. Klein. 2007. *Biología, historia, amenaza, monitoreo y control de la palomilla del nopal, Cactoblastis cactorum*. IAEA. Pp 96.

ANEXO I

25 VARIABLES UTILIZADAS PARA GENERAR LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA POTENCIAL

N°	NOMBRE
1.	Temperatura promedio anual (°C) 1
2.	Oscilación diurna de la temperatura (°C) 1
3.	Isotermalidad (°C). Índice de variabilidad de la temperatura (2/7)*100 (razón del rango diurno promedio con respecto al rango anual) 1
4.	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %) 1
5.	Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C) 1
6.	Temperatura mínima promedio del periodo más frío (°C) 1
7.	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre las variables 5 y 6) 1
8.	Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C) 1
9.	Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C) 1
10.	Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C) 1
11.	Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C) 1
12.	Precipitación anual (mm) 1
13.	Precipitación del periodo más lluvioso (mm) 1
14.	Precipitación del periodo más seco (mm) 1
15.	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %) 1
16.	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm) 1
17.	Precipitación del cuatrimestre más seco (mm) 1
18.	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm) 1
19.	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm) 1
20.	Elevación (msnm) 2
21.	Orientación de la pendiente (grados 0-360°, medidos en sentido horario desde el Norte) 2
22.	Pendiente (grados 0-90°) 2
23.	Índice topográfico o índice de humedad 2
24.	Ecorregiones 3
25.	Índice de aridez 4 (valores de 0-1, valores cercanos a 0, más áridos)

1 Variables bioclimáticas de WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005); 2 variables topográficas, HYDRO1k (EROS, 2006); 3 (Olson *et al.*, 2001) y 4 (Trabucco y Zomer, 2009).