



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Escuela de Biología

“Distribución de árboles de importancia comercial de la Mixteca poblana y oaxaqueña”.

Tesis presentada para obtener el título de:

Bióloga

Presenta:

Elena Selik Pérez Viveros

Asesor de Tesis:

Dr. Daniel Jiménez García



03 de junio de 2015



Estoy convencido de que en un principio Dios hizo un mundo distinto para cada hombre, y que es en ese mundo, que está dentro de nosotros mismos, donde deberíamos intentar vivir

Oscar Wilde

Esta tesis se la dedico a las dos personas a las que amo y admiro más en la vida mis abuelitas Lucia y María.



AGRADECIMIENTOS

*A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Escuela de Biología
Instituto de Ciencias - Centro de Agroecología*

*A mis profesores por haber sido pacientes conmigo y enseñarme a amar
esta carrera compartiéndome sus conocimientos.*

*A mi tutor de tesis Dr. Daniel Jiménez García por todo el apoyo otorgado
para la realización de esta tesis.*

*A MC. Ana Lucia Castillo Meza y el Dr. César Antonio Sandoval Ruiz por
ser mis revisores y profesores de la carrera.*

*A mis amigos que siempre han estado conmigo Mesu, David, Dulce,
Abigail, Natalia, Aldair, Víctor y Ramiro.*

*A mis amigos de la carrera Gaby, Lety, Romy, Lore, Katia, Caro, Estefanía,
Fernando, Juan, Valerdi, Uryke y Erick.*

A todos mis compañeros que compartieron sus conocimientos conmigo.

A mis amigos del laboratorio Miriam, Leslie, Daffne, Carlos, Jorge y Javi.



Pero sobre todo, agradezco a mi familia por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mis padres Beatriz y Luis por darme todo su amor apoyo y comprensión.

A mis padrinos Ema y José por todo el cariño, apoyo y enseñanzas.

A mis hermanos: Jesús, Janid, Rosario, Canek, Lucia y a mi prima Ema Monserrat por ser las mejores personas del mundo.

A mi Tío Martín por la motivación que siempre me da.



INDICE GENERAL

Índice de figuras	7
Índice de cuadros	7
Resumen	8
INTRODUCCIÓN	10
Importancia de las selvas bajas.....	13
Panorama de los Estados de Oaxaca y Puebla.....	16
ANTECEDENTES	20
MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	24
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
JUSTIFICACIÓN	27
HIPOTESIS.....	28
OBJETIVOS.....	28
Objetivo general	28
Objetivos particulares	28
MATERIALES Y METODOS	29
Zona de estudio.....	29
Base de datos.....	31
Variables ambientales.....	33
Construcción de los modelos de nicho ecológico.....	34
Análisis estadísticos.....	35
RESULTADOS.....	36
Variables ambientales que influyen en la distribución potencial de las especies.....	37
Intervalos ambientales que presentan las especies de la Mixteca.....	39
Zonas que presentan mayor diversidad especies de importancia comercial en la Mixteca.....	46
Zonas propuestas para aprovechamiento de especies de importancia económica en la Mixteca.....	52
DISCUSIÓN.....	55
CONCLUSIONES.....	60



BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS.....	72
ANEXO A	72
ANEXO B	81
ANEXO C.	87



Índice de figuras

Figura 1. Selvas bajas.....	14
Figura 2. Áreas forestales.	15
Figura 3. Selvas bajas oaxaqueñas.	17
Figura 4. Selvas bajas en Puebla.	18
Figura 5. Región Mixteca poblana y oaxaqueña.	29
Figura 6. Caracterización de la precipitación media anual.	42
Figura 7. Caracterización de la temperatura media anual.	45
Figura 8. Riqueza de especies de la región Mixteca.	48
Figura 9. Presencias de las especies en la región Mixteca... ..	49
Figura 10. Área de distribución potencial.	49
Figura 11. Presencias de las especies en la región Mixteca.	51
Figura 12. Área de distribución potencial.	51
Figura 13. Riqueza y usos de especies en la Mixteca.....	54

Índice de cuadros

Cuadro 1. Géneros y especies de la Mixteca poblana..	30
Cuadro 2. Especies distribuidas en selva baja.	32
Cuadro 3. Variables bioclimáticas.....	33
Cuadro 4. Familias y especies distribuidas en la región Mixteca.....	36
Cuadro 5. Variables de influencia.	38
Cuadro 6. Pruebas estadísticas.	40
Cuadro 7. Prueba U Mann-Whitney.....	43



Resumen

Nuestro país cuenta con una gran extensión de bosques y selvas, aproximadamente 138 millones de hectáreas de cubierta forestal, de las cuales las selvas bajas ocupan 11.5% y las zonas áridas ocupan el 26.3% de esta superficie; lo que permite el aprovechamiento de recursos forestales y no forestales que son utilizados para fines económicos, alimenticios y/o medicinales, por lo cual, las especies que son utilizadas para estos fines son consideradas vulnerables ante la deforestación. El objetivo de este trabajo fue conocer la distribución potencial de las especies de interés comercial dentro de la selva baja de la región Mixteca en los estados de Puebla y Oaxaca. Para lograr este objetivo empleamos modelos de distribución de especies con 19 variables ambientales y la altitud, utilizando el programa Maxent. Además se seleccionaron cinco usos de aprovechamiento: a) artesanal, b) consumo humano, c) forestal, d) forrajero y e) medicinal. Se analizaron 32 especies con dicha vocación comercial, la mayoría pertenecientes a las familias Mimosaceae, Burseraceae y Fabaceae. Nuestros resultados muestran que la distribución de la mayoría de las especies se ven influenciadas por la precipitación media anual (BIO12), destacando siete especies, de las cuales *Prosopis laevigata* (56%) tuvo el mayor porcentaje de influencia. Otra variable preponderante es la temperatura mínima del mes más frío, la cual influye en la distribución de cuatro especies. Por otro lado, los rangos ambientales que presentaron las especies oscilaron entre 433.31 mm hasta 1416 mm de precipitación y 18.15 °C hasta los 24.53 °C de temperatura (de acuerdo a la modelación realizada), estos valores coincidieron con las características ambientales de lo reportado para las selvas bajas en México. En base a lo anterior, seis municipios pertenecientes al estado de Oaxaca en la zona norte, tuvieron la mayor diversidad presentando los cinco usos potenciales, los municipios del estado de Puebla mantuvieron una diversidad y usos homogénea, y solo un municipio presentó una especie y un solo uso perteneciente al sur de la Mixteca oaxaqueña, por lo tanto se proponen a los municipios con mayor



diversidad para aprovechamiento de especies mientras que los municipios con menor riqueza son propuestos para su conservación.

Palabras clave: Selva baja, Mixteca, modelos de nicho, aprovechamiento de recursos.



INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas a nivel mundial otorgan muchos beneficios a los seres humanos, obtenemos recursos de los bosques, selvas, y de todos los tipos de ambientes terrestres y marinos, por lo cual la calidad de los sitios donde se obtienen se ve reflejada en la economía de un país. Los servicios ambientales que nos brindan son diversos, como la captura y el almacenamiento de agua en los mantos acuíferos, lagos y ríos; la producción de alimentos de sistemas agrícolas y pecuarios, así como beneficios económicos, forestales y medicinales (CONABIO, 2006; CONAFOR, 2013). En ese aspecto nuestro país cuenta con una gran extensión de bosques y selvas, alcanzando 138 millones de hectáreas de cubierta forestal; las selvas bajas ocupan 11.5 % de esta superficie y las zonas áridas el 26.3 %, dentro de las cuales se incluye el aprovechamiento de recursos no forestales, que son utilizados para fines económicos (CONAFOR, 2013).

El hombre ha tenido una estrecha relación con sus recursos naturales, de los cuales ha logrado obtener beneficios para subsistir; empleando dichos recursos para su alimentación, el uso de plantas medicinales, aprovechamiento forestal y comercial, (Sarukhán, J., *et al.* 2009; Blancas *et al.*, 2010). Sin embargo en las últimas décadas el uso de los recursos ha sido desmedido lo que ha ocasionado una gran pérdida de bosques y selvas a nivel mundial, un ejemplo de ello es que a partir del año 1964 a 1973 se ha dado una pérdida de bosques tropicales de 11 millones de hectáreas y a partir de los años de 1981 a 1990 la tasa de pérdida corresponde al 0.8 % anual (Velázquez *et al.*, 2002). En México la tasa de deforestación de los bosques y selvas para el periodo 2000 a 2005 fue de 0.35 % y para el periodo 2005 a 2010 de aproximadamente 0.24 % anual (CONAFOR, 2013).

Los bosques a nivel nacional aportan más del 80 % de la producción forestal total y entre los fines para los que son utilizados destacan la fabricación de papel, madera y muebles, además de ello también otorgan recursos no maderables. Las selvas y los matorrales también proporcionan



estos recursos como resinas, fibras, extractos, aceites, frutos, entre otros productos (INEGI, 2014).

La selva baja representa uno de los principales tipos de vegetación que componen nuestro capital natural, por lo que los pueblos campesinos e indígenas dependen en gran medida de los recursos que esta aporta (Trejo, 2010). Este tipo de vegetación alberga gran cantidad de endemismos tanto de especies vegetales como animales (Challenger & Soberón, 2008), ejemplo de ello es la Reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán, que posee un 30 % de plantas con flor endémicas para ese sitio (Dávila *et al*, 1993 en: Casas *et al*, 2001); La Sierra de la Laguna, Baja California Sur también tiene una gran diversidad florística, ya que posee 562 especies de plantas vasculares, con un porcentaje de endemismos del 8 % de este total (Arriaga, 2010); y considerando regiones más amplias donde predomina la selva baja caducifolia, encontramos la vertiente del Pacífico mexicano y Centro América con un 40 % de especies endémicas, de este porcentaje 9.7 % corresponde a la Costa Central de Jalisco-Oaxaca, y desde Baja California hasta Oaxaca el 8.4 % de las especies endémicas (Lott, & Atkinson, 2006). Además ofrece diferentes servicios ambientales que benefician a los seres humanos como lo son; productos maderables, leña, productos comerciales y una gran extensión de áreas de pastoreo extensivo y de los cultivos principales de México como el maíz, frijol y calabaza (CONABIO, 2014).

En nuestro país las selvas bajas caducifolias (SBC) o bosque tropical caducifolio (BTC) como también se les conoce abarcan aproximadamente el 11.5 %, y es esta gran representación lo que permite que este tipo de vegetación albergue gran cantidad de organismos, aproximadamente 6000 especies de plantas se encuentran albergadas aquí, y esto significa aproximadamente el 20 % del total de la flora en nuestro país (Rzedowski, 1991; Balvanera *et al*, 2000). Se caracterizan por presentar climas semisecos, semiáridos, cálidos-secos, predominando el cálido subhúmedo (Aw0) (Balvanera *et al*, 2000; Trejo, 2010; CONABIO, 2014). Presenta temperaturas medias anuales de 22 °C, con una precipitación media anual



entre 500 y 1200 mm, lo que favorece largas estaciones secas y muy marcadas, la época de lluvias va desde mayo a octubre. Además, de acuerdo a su fenología se clasifican en perennifolia, donde el 25 % de las especies pierden sus hojas y subperennifolias, el 25 a 50 % de las especies pierden sus hojas, la selva baja caducifolia más del 75 % de las especies pierden sus hojas y la subcaducifolia del 50 a 75% las pierden, los arboles presentan alturas de 15 metros aproximadamente (Balvanera *et al*, 2000; Rzedowski, 2006; Trejo, 2010; CONABIO, 2014).

Su distribución se debe, principalmente a las condiciones climáticas que presentan las zonas donde se encuentran ubicadas, en México las selvas secas o selvas bajas caducifolias son las más extensas en su tipo de Latinoamérica, ya que las podemos encontrar desde el paralelo 29° de latitud norte y terminar hasta la frontera con Guatemala, pasando por la vertiente del pacifico y con zonas aisladas de la vertiente del golfo de México. Las selvas secas se establecen principalmente en lomeríos y laderas de las sierras con pendientes de moderadas a fuertes, y pueden encontrarse desde latitudes del nivel del mar hasta los 2000 msnm. Las condiciones climáticas donde se encuentran presentan variaciones pero la mayoría de las veces son estacionales y comúnmente libres de heladas (Trejo, 1999; Balvanera *et al*, 2000; Challenger & Soberón, 2008).

Existe una marcada correlación entre la distribución de estas comunidades y el clima, ya que este factor tiene influencia principalmente sobre la vegetación a nivel regional y local. Además el tipo de suelo donde se encuentran son muy variables, pero generalmente son someros y algunas veces pedregosos, con presencia de suelos tipo regosol y litosol (Trejo, 2010).

El origen del BTC en México se remonta al periodo Cenozoico, ya que en este periodo los cambios fisiográficos determinaron también la distribución de este tipo de vegetación (Graham & Dilcher, 1995). Además se postula que la flora del BTC derivó de selvas con ambientes cálidos – húmedos que se tenían en el continente (Gentry, 1995).



Importancia de las selvas bajas.

Debido a que las selvas secas poseen una amplia distribución en nuestro territorio (Figura 1) nos brindan una gran cantidad de servicios ambientales, y de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS), 2012, el área que ocupan las selvas bajas corresponde a 15, 869, 741.80 hectáreas que corresponde al 11.5 % del total nacional. Gran parte de esta área esta manejada por grupos étnicos que dependen directamente de ellas, debido a que les otorga recursos para su subsistencia, estos recursos son principalmente los medicinales, de alimentación, comercialización y forestales (Bye, 1995; CONABIO. 2006).

Las plantas medicinales de las selvas bajas poseen una gran representación a nivel mundial (García, 2009), además de otorgar beneficios económicos son recolectadas y comercializadas a nivel local, regional y mundial. Los recursos forestales también son de vital importancia puesto que del total de la superficie nacional, el área ocupada es de 71% y de este porcentaje las selvas bajas ocupan el 7 % (Figura 2) lo que demuestra su importancia (INFyS, 2012).

Debido al gran crecimiento demográfico, la demanda de alimentos va en aumento, lo que ha ocasionado una gran deforestación (García-Oliva & Jaramillo, 2011), una cuarta parte de los ecosistemas naturales en campos es de cultivo, y México no es la excepción, puesto que a partir de los años setenta la producción agrícola empezó a tener un aumento del 2 % anual aproximadamente (CONABIO, 2006).

Esto ha ocasionado una gran pérdida de biodiversidad en la mayoría de los ecosistemas, por lo que es de suma importancia que México este a la vanguardia en sus políticas ambientales, ya que nuestro capital natural nos ofrece un gran potencial de explotación de recursos sin necesidad de comprometer el recurso para las generaciones futuras.



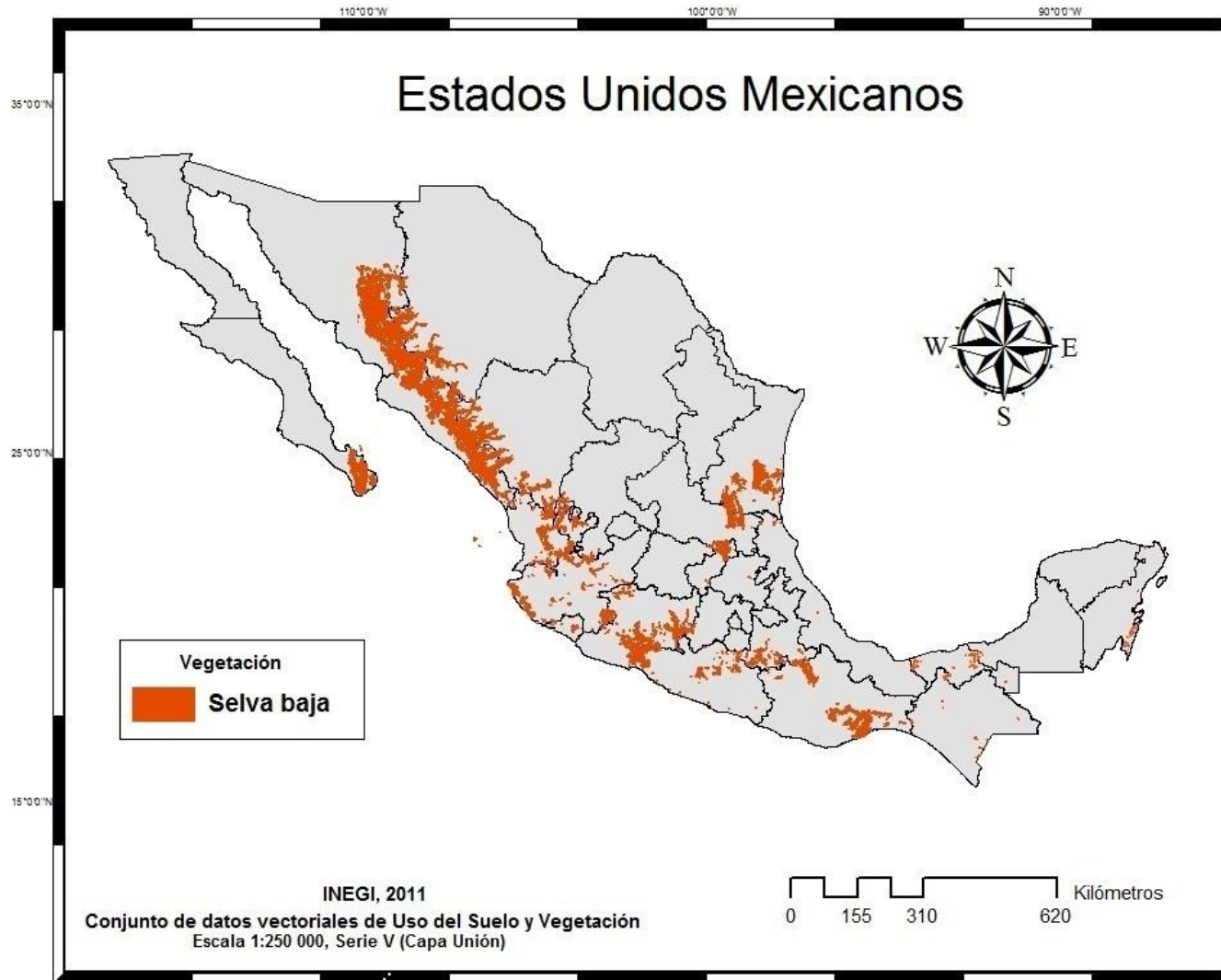


Figura 1. Selvas bajas. Distribución de las selvas bajas en México, incluidas las selvas bajas caducifolias, subcaducifolias, perennifolias y subperennifolias.



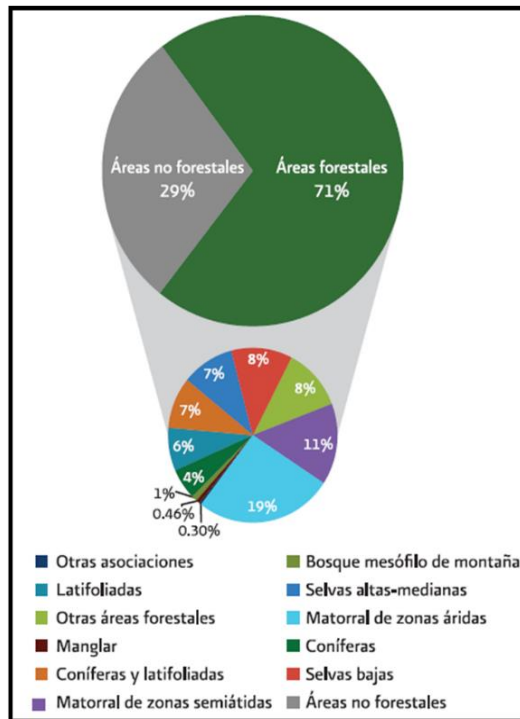


Figura 2. Áreas forestales. Porcentaje de área de ocupación por tipo de vegetación de zonas con aprovechamiento forestal (Tomado de INFyS, 2012).

México es un país megadiverso, no solo en biodiversidad si no por la gran cantidad de grupos étnicos, los cuales son los dueños de la mayoría de los recursos, el 80 % de la superficie forestal está en manos de ejidos y de propiedad comunal, es por ello que estos grupos están directamente relacionados con el manejo de los recursos, diferentes estudios etnobiológicos demuestran que tenemos entre 5 000 y 7 000 especies de plantas que son utilizadas para diversos fines (García, 2009). Esto significa que tenemos múltiples opciones de aprovechamiento de los recursos, pero este aprovechamiento debe ser empleado con un buen manejo, ya que la pérdida de estos ecosistemas daría como resultado afectaciones, no solo biológicas si no también económicas, políticas y sociales. Un ejemplo de ello es la alta marginación de sectores importantes de nuestra sociedad que se traduce en una baja calidad de vida para los dueños de este capital natural, en especial para los que no cuentan con un poder socioeconómico alto, esto ha ocasionado la miseria que se vive en el campo, la contaminación y una



alta tasa de inmigración a las grandes ciudades dentro y fuera de nuestro país (CONABIO. 2006).

La importancia de los ecosistemas radica en todos los beneficios que nos otorgan, en especial, las selvas bajas, que en nuestro país son una importante productora de recursos para la sociedad, sin embargo no se le ha dado la debida importancia a diferencia de las selvas altas y medianas u otro tipo de vegetación (Bye, 1995; Guízar *et al*, 2005; García, 2009).

Panorama de los Estados de Oaxaca y Puebla.

Oaxaca es considerado el estado mexicano que alberga la mayor diversidad de organismos de flora y fauna; se calcula que posee 3000 especies de un total de 7399 especies de plantas fanerógamas estimadas a nivel nacional (Villaseñor, 2003; Meave *et al*, 2012), en lo que se refiere a la fauna es el estado más diverso en especies de reptiles con 262 especies (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014) de las cuales la región mixteca aproximadamente representa el 15 % de la herpetofauna a nivel estado (Casas-Andreu *et al*, 1996). Las selvas bajas representan un tipo de vegetación tropical muy bien representando en el estado (Figura 3), se encuentra distribuida en diferentes regiones, debido a las características topográficas que posee el territorio oaxaqueño, distribuyéndose al oeste, sur y sureste de la Sierra Norte, por lo que se cuenta con 6 regiones en el estado, las extensiones más grandes se encuentran en la vertiente pacífica del Istmo de Tehuantepec hasta la costa hacia la región oeste, la segunda región más importante en extensión se ubica al oeste del istmo, extendiéndose por las zonas de baja altitud de la cuenca del río Tehuantepec, otras regiones que tienen presencia de selva baja son: Valles centrales, la cañada, al límite con el estado de Guerrero, y en la región Mixteca, colindando con el estado de Puebla (Meave *et al*, 2012).

Pese a ello el sector económico en la mixteca oaxaqueña se caracteriza por el bajo progreso que ha tenido, debido al abandono de los tomadores de decisiones hacia esta región, su economía está basada en el



autoconsumo y en el día a día (Bolaños, 1996). La región mixteca se divide en mixteca alta y baja, ocupa aproximadamente el 14 % de su territorio (Planes Regionales de Desarrollo de Oaxaca: Región Mixteca, 2011-2016), el 58.3 % de su población es indígena, el grupo indígena más importante es el mixteco, seguido de los triquis, amuzgos, zapotecos, tacuates, nahuas y chochos. Sin embargo esa gran riqueza cultural se ve opacada por las numerosas carencias que poseen, un ejemplo de ello son las pocas ofertas de empleo, la extrema pobreza y las tasas de emigración que se ha dado, aunado a eso, en el ámbito ecológico existe un grado de desertificación muy alto, ocasionado por el uso no adecuado de los recursos naturales (CDI, 2006).

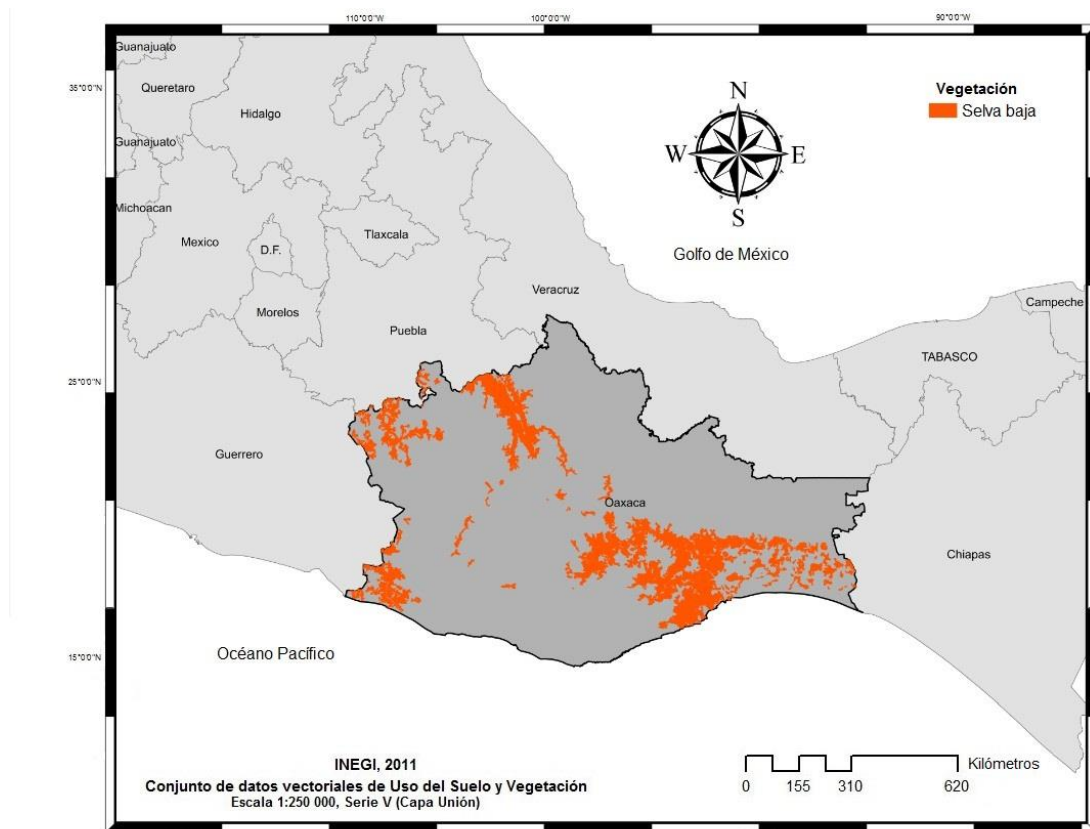


Figura 3. Selvas bajas oaxaqueñas. Distribución de la selva baja caducifolia en el estado.



El panorama del estado de Puebla no es muy distinto al de Oaxaca ya que también es uno de los estados en el que podemos encontrar representadas la selvas bajas caducifolias (Figura 4), además posee una gran diversidad tanto de flora y fauna, así como de climas, topografía accidentada y en muchas regiones extrema pobreza (Patiño, 2003; CONABIO, 2011).

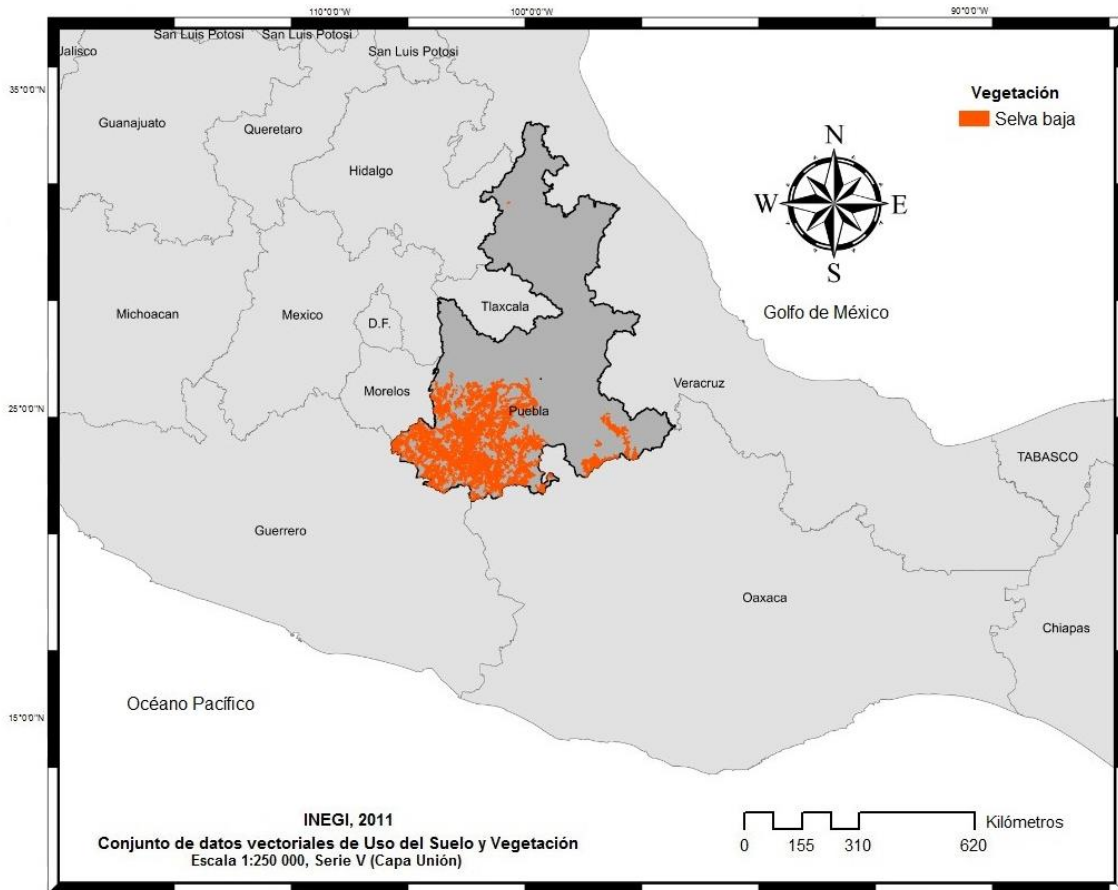


Figura 4. Selvas bajas en Puebla. A diferencia de Oaxaca, la distribución de las selvas bajas se restringe a la zona sur del estado de Puebla.

La mixteca poblana se ubica al sur del estado y colinda con Oaxaca, Guerrero y Morelos, el clima es cálido y seco, posee una diversidad florística de plantas potencialmente aprovechables, en un estudio realizado por Martínez-Pérez y colaboradores (2012) reportaron 180 especies de plantas útiles, sin embargo es una parte de la flora que representa a esta región, a nivel estatal la diversidad de anfibios y reptiles también es grande y para la



mixteca también es importante, ya que se reportan 64 especies repartidas en 51 géneros, 22 familias lo cual representa el 29.2 % de la herpetofauna del estado (García-Vázquez *et al*, 2006). La selva baja ocupa 42.19 % de la superficie de la región con una distribución prácticamente homogénea; los suelos que predominan en la región son leptosol, regosol, vertizol y phaeozem entre otros con menor proporción, gran parte de estos suelos se encuentran en un estado de desertificación, ya que carecen de nutrientes y presentan erosión y degradación (CONABIO, 2011; Programa Regional de Desarrollo, 2011-2017).

En esta región encontramos decretadas 3 Áreas Naturales Protegidas (ANP), dos de estas son federales y una es estatal, la primera es la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán que es considerada una de las más importantes a nivel mundial y nacional por la gran cantidad de endemismos que posee, la región mixteca posee 1.22 % del total de la reserva, la segunda reserva de la biosfera a nivel federal es la Sierra de Huautla, comprendiendo 0.25 % de la superficie decretada, a nivel estatal se decretó como reserva la Sierra del Tentzo y en la región ocupa el 2.48 % de la superficie (Programa Regional de Desarrollo, 2011-2017).

En relación al ámbito social y económico la mixteca poblana también presenta índices de marginación, pobreza, desempleo y emigración altos (Patiño, 2003), los factores que favorecen estos problemas, principalmente la emigración son las características ambientales de la región, como la baja productividad del campo debido a el tipo de suelo que posee, por lo que la economía en su mayoría está sustentada por las remesas (Programa Regional de Desarrollo, 2011-2017).



ANTECEDENTES

En México la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha implementado diferentes estrategias para la reforestación de las cuales se desprende el programa PRONAFOR (Programa Nacional Forestal) “que apoya con recursos a los dueños y poseedores de bosques, selvas, manglares, humedales y zonas áridas, para cuidar, mejorar y aprovechar sustentablemente los recursos forestales presentes en estos ecosistemas” (CONAFOR, 2014). Sin embargo estos programas que incluyen plantaciones forestales podrían no ser exitosas si se considera que en las plantaciones forestales que son principalmente aprovechadas para sacar recursos maderables, las especies utilizadas además de algunas nativas se utilizan especies introducidas, el uso de especies nativas es muy importante debido a que estas ya están adaptadas al ambiente al que pertenece y son de importancia social y económica, es necesario que las especies utilizadas para estos fines tengan una selección adecuada para el tipo de ambiente y el uso al que pertenecen para poder tener un mejor aprovechamiento de este recurso, existen dos principios básicos para tener un buen manejo los cuales son:

- Una adecuada adaptación a las condiciones ambientales.
- Cumplimiento de objetivos de producción y/o conservación.

Estos dos principios co-ayudaran a que las plantaciones forestales tengan un buen manejo y aprovechamiento (Suárez et al, 2012). Debido a esto se han hecho estudios para conocer la importancia del conocimiento sobre manejo de recursos forestales

Suárez y colaboradores (2012) realizaron un estudio sobre como el conocimiento local influye en la selección de especies para la restauración forestal en el bosque tropical seco del estado de Veracruz, los resultados obtenidos mostraron que los grupos taxonómicos más importantes para aprovechamiento humano son las familias Fabaceae, Bignoniaceae y Malvaceae incluidas dentro de las categorías: Utilidad, escaso y valiosa para la fauna silvestre, además se incluyó el uso primario donde la mayoría



coincidió para combustible y las especies con mayor mención fueron: *Acacia cochliacantha*, *Acacia pennatula*, *Diphysa carthagenensis* y *Leucaena lanceolata*. También dentro de los usos fueron mencionados los árboles de uso forrajero en el cual destacan las especies: *Leucaena lanceolata*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacantha*, *Acacia pennatula*, *Chloroleucon mangense*, *Caesalpinia cacalaco* y *Senna atomaria*, para el uso forestal las especies más importantes fueron *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Astronium graveolens*, *Enterolobium cyclocarpum*, y *Gyrocarpus jatrophiifolius*. Dentro de sus resultados también determinaron 17 especies para programas de restauración y reforestación, de los cuales solo dos especies están en viveros de la región (*C. odorata* y *T. rosea*).

Para poder proponer planes de manejo es importante conocer la distribución de las especies, es por ello que Hernández-Pérez *et al*, 2011 realizaron un estudio acerca de la distribución del género *Bursera* en el estado de Morelos y su relación con el clima, donde los resultados obtenidos son importantes para poder proponer áreas de conservación y manejo de este género, de acuerdo con sus resultados, dentro de los cuales destacan las especies *Bursera aptera*, *B. ariensis* y *B. morelensis* que tienen una distribución en áreas donde prevalecen temperaturas altas, con baja precipitación y una acentuada estacionalidad lo cual indica su tolerancia a condiciones de aridez, los rangos de temperatura del género se encuentran entre 20.4 - 33.8 °C para las temperaturas máximas y para las mínimas oscilaron entre 5 - 18.4 °C, con respecto a la altitud el rango equivale entre los 810 y 1980 msnm estos resultados se pueden utilizar para determinar la influencia del ambiente en la distribución y abundancia de las especies.

A pesar de la importancia que conlleva conocer la distribución de las especies así como los lugares potenciales que estas pueden ocupar, no se han realizado estudios que integren la parte ecológica y económica, en este caso el aprovechamiento, existen estudios acerca de la distribución de especies para el ámbito de la conservación, como es el caso del estudio realizado por Londoño-Murcia & Sánchez-Cordero (2011), donde reportaron



la distribución y conservación de especies amenazadas en Mesoamérica, el Chocó y Andes tropicales mediante modelos de distribución, teniendo dos enfoques la distribución de las especies para poder cuantificar el hábitat natural y proponer la categoría de amenaza a la cual pertenece, el siguiente enfoque fue cuantificar las especies por área natural protegida y conocer la representatividad que las especies tienen en las ANP'S. Cabe mencionar que este trabajo muestra los alcances que tienen los modelos de nicho, ya que fue realizado en una unidad biogeográfica categorizada como un centro de diversidad biológica o un *hot spot*, además nos muestra cómo integrar aspectos biológicos con las actividades humanas, como la agricultura y las zonas urbanas usando modelos de nicho ecológico.

Otro ejemplo de la versatilidad de los modelos de nicho es el realizado por Contreras y colaboradores (2010), reportaron la distribución la especie *Taxus globosa*, modelando nichos y los efectos que los cambios de uso de suelo en tres periodos de tiempo así como su conservación.

De acuerdo con lo anterior, Gelvis-Gelvez y colaboradores (2015) emplearon modelos de nicho ecológico en especies de ambientes semiáridos para el Centro de México, bajo escenarios de cambio climático proyectados al 2050 utilizando el algoritmo Maxent, reportando que el comportamiento de las especies tuvo una variación en la distribución actual respecto a la proyectada, ya que la distribución de las especies en el presente se ve afectada bajo el escenario (A2) de cambio climático, por lo que esta distribución se mantenía, aumentaba o disminuía drásticamente, es por ello que las especies propuestas para restauración fueron las que toleraron los cambios bajo el escenario 2050.

Los modelos de nicho han sido aplicados ampliamente en el manejo y restauración, además de ello se ha reportado para modelación de especies de plantas con importancia económica y medicinal. Vedel-Sørensen y colaboradores (2013) reportaron la distribución y preferencias ambientales de 10 especies de palmeras con importancia económica, determinando las variables que influyen en la distribución así como los requerimientos



ambientales para estas especies. Por otro lado Yang y colaboradores (2013) aplicaron los modelos de nicho, para predecir la distribución potencial de *Justicia adhatoda* de acuerdo a las variables bioclimáticas, esta especie, es utilizada de forma medicinal en la región del Himalaya (India), por lo que las áreas potenciales son propuestas para áreas prioritarias de conservación así como para la propagación de esta especie.



MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.

El principio básico de la modelación de la distribución de las especies, está dado por la teoría de nicho ecológico o el nicho multidimensional propuesto por Hutchinson, que define al nicho como: “*un hipervolumen de n-dimensiones donde se encuentran las condiciones ambientales (factores) en la cual una especie puede sobrevivir*” (Hutchinson, 1957 en: Pliscoff & Fuentes, 2011).

Los modelos de nicho han sido utilizados ampliamente para fines biológico/ ecológicos, y nos permiten conocer o estimar la relación que existe entre los sitios geográficos donde las especies se distribuyen y los requerimientos o características ambientales que prosperan en el lugar, por lo cual se han hecho propuestas en el área de la biogeografía, conservación y ecología (Franklin, 2009), los datos que se utilizan para los modelos de distribución son recolectados en forma sistemática, con datos de presencia y ausencia, sin embargo en muchos sitios esta es una restricción; en general los modelos utilizan los datos colectados de las variables ambientales proyectándolos al espacio ecológico (N-dimensiones) y al espacio geográfico (2-dimensiones), estos dos espacios, en el modelaje, nos proporcionan los lugares en donde se distribuyen las especies y además los lugares potenciales donde se pueden distribuir, obteniendo mapas de distribución, en los cuales las especies se representan en una nube de puntos proyectados al espacio geográfico (Stockwell & Noble 1992; Phillips *et al*, 2004; Franklin, 2009; Elith *et al*, 2011; Morales, 2012).

Los beneficios que otorgan los modelos de distribución de especies son variados, ya que nos proporcionan información acerca de las especies poco estudiadas, además tienen la posibilidad de abarcar áreas de diversos tamaños, y nos ayudan a identificar zonas potenciales para conservar o restaurar (Morales, 2012). Nos brindan información para poder determinar zonas donde se encuentran las condiciones ambientales en las que se pueden distribuir las especies y que son favorables para que estas prosperen (Phillips *et al*, 2004; Villaseñor & Téllez, 2004). Abarcan en general tres



aspectos, que son la correlación de registros de presencia de las especies con variables ambientales, tienen la capacidad de generar datos para ser procesados por programas cartográficos que permiten observar cómo se distribuyen las especies en el espacio. Aunado a eso también tiene la característica de predecir distribuciones actuales y realizar extrapolaciones a futuro (Phillips *et al*, 2006; Elith *et al*, 2011).

Existen alrededor de 16 algoritmos para modelar la distribución de especies, dentro de los cuales destaca el programa Maxent (Maximum Entropy), este algoritmo es uno de los más utilizados ya que ha demostrado alto rendimiento en las predicciones (Elith *et al*, 2006; Elith *et al*, 2011;), utilizando solo datos de presencia, está basado en la teoría de máxima entropía, y consiste básicamente en estimar aquellas condiciones en las que las especies se pueden distribuir a partir de los sitios donde éstas fueron observadas (Elith *et al*, 2006). Una de las ventajas de este modelo, es que puede trabajar con un número reducido de datos, además ha sido utilizado en numerosos estudios y demostrado los beneficios de su aplicación (Phillips *et al*, 2006; Franklin, 2009; Torres & Jayat, 2010; Gaikwad *et al*, 2011). A pesar de eso hay discusiones sobre los datos ocupados en este modelo debido a que solo utiliza datos de presencia, por lo que entra a discusión los datos de ausencia, sin embargo se entiende que los datos ausentes podrían representar procesos inconsistentes, debido a que estos datos representan las interacciones bióticas o las limitaciones fisiológicas que tiene una especie para dispersarse (Elith *et al*, 2011).



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Mixteca poblana-oaxaqueña es una región ubicada en el centro-sur de México, comprende 24 093.4 km² de superficie, y es uno de los sectores sociales que presentan índices de marginación alto; por ejemplo la mixteca oaxaqueña tiene una población de 465, 991 habitantes, de los cuales 197, 532 (42.3%) poseen un rezago total, es decir, analfabetismo, pobreza extrema, y carencia de servicios básicos, etcétera (Sistema de Información Municipal, 2014). Por otro lado en el estado de Puebla, de acuerdo con el Programa regional de Desarrollo (2011-2017) en la región Mixteca se tiene 0.27 habitantes por hectárea, lo que se ve reflejado en la alta marginación; provocando migración, principalmente a los Estados Unidos y a las principales ciudades del país, lo que ocasiona que la economía y el desarrollo dependa de ello. Sin embargo, a pesar del rezago que se tiene en ambas Mixtecas, es bien conocida la gran biodiversidad y endemismos que posee esta región (Casas-Andreu *et al*, 1996; Dávila *et al*, 2002; García-Vázquez *et al*, 2006; Flores-Villela & García-Vázquez, 2014). Gracias a esta diversidad, las personas tienen una fuente directa a los recursos naturales que les permiten obtener los medios para satisfacer sus necesidades básicas como la alimentación, protección o incluso necesidades económicas y culturales (Caballero *et al*, 1998; Balvanera *et al*, 2000; Casas *et al*, 2007; Pérez-Negrón & Casas, 2007; Blancas *et al*, 2010).

En la región Mixteca no se cuenta con estudios que documenten estos fines, solo se cuenta con catálogos de plantas dentro de los cuales se hace mención de los usos que le pueden dar a estas especies además de que están acotadas a solo unos municipios (Arias-Toledo *et al*, 2000; Dávila & Lira, 2002). Lo anterior se puede resaltar con los estudios realizados para el valle de Tehuacán-Cuicatlán (Casas *et al*, 2001; Pérez-Negrón & Casas, 2007; Blancas *et al*, 2010). Aunado a lo anterior, existen pocos estudios que nos indiquen como se encuentran distribuidas las especies que son utilizadas para este aprovechamiento (García, 2009). Por tanto es necesario establecer un conocimiento integral del uso, distribución, características o



requerimientos ambientales de estas especies, ya que se podrían tomar decisiones acerca del manejo adecuado de este recurso, lo que nos permitiría evitar la gran pérdida de especies que se ha ido dando a lo largo del tiempo (Morales, 2012) y planificar el manejo sustentable de la flora de interés económico.

JUSTIFICACIÓN

La gran diversidad de factores bióticos y abióticos que presentan los ecosistemas permiten el aprovechamiento de los recursos para satisfacer las necesidades básicas de una población, ejemplo de ello son los servicios ambientales, los cuales nos proporcionan recursos que pueden ser empleados para la alimentación y otros fines como el aprovechamiento comercial, uso medicinal, artesanal y para la utilización de recursos forestales y no forestales. La recolección de información local o regional que nos permita conocer el aprovechamiento de estas especies, implica altos costos económicos y humanos, lo que representa una barrera para generar este tipo de información. La implementación de estrategias que generen conocimiento a escalas locales o regionales y que optimicen el uso de estos recursos (humanos y económicos) se han ido desarrollando; es por lo anterior que este trabajo pretende utilizar dichas estrategias, utilizando los modelos de distribución de especies y complementándolas con estudios etnobotánicos, obteniendo así, localidades que presenten características ambientales en donde se puedan distribuir especies con interés económico proponiendo el uso que potencialmente puedan tener. Debido a que, los estudios acerca de la distribución de especies que son utilizadas para estos fines aún son limitados, es necesario generar información que nos permita conocer nuestro capital natural local y regional e identificar zonas con alto potencial de aprovechamiento. Para ello los modelos de distribución de especies son una herramienta que permiten identificar zonas con potencial a conservar, restaurar o para aprovechamiento de los recursos, en este caso generando información de las especies que son usadas en las selvas secas en la región Mixteca.



HIPOTESIS

Las especies reportadas para selva baja tendrán una distribución potencial en la Mixteca ya que esta región cuenta con este tipo de vegetación.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Generar información sobre la distribución y aprovechamiento potencial de las especies silvestres de interés comercial en la región Mixteca de los estados de Puebla y Oaxaca.

Objetivos particulares

- Obtener variables ambientales que influyen en la distribución de los árboles de interés comercial en la selva baja de la región Mixteca del estado de Puebla y Oaxaca.
- Determinar los intervalos ambientales que presentan los árboles de interés comercial en la selva baja de la región Mixteca del estado de Puebla y Oaxaca.
- Identificar las zonas que presentan mayor diversidad especies de interés comercial en las selvas bajas caducifolias de la Mixteca poblana y oaxaqueña.
- Identificar zonas idóneas para proponer un manejo de especies de interés económico en las selvas bajas de los estados de Puebla y Oaxaca.



MATERIALES Y METODOS

Zona de estudio

Este estudio abarca los estados de Puebla y Oaxaca, ambos estados cuentan con el tipo de vegetación selva baja y coinciden en la región mixteca (Yanes, 2011; Sistema de Información Municipal, 2014) como se observa en la Figura 5.

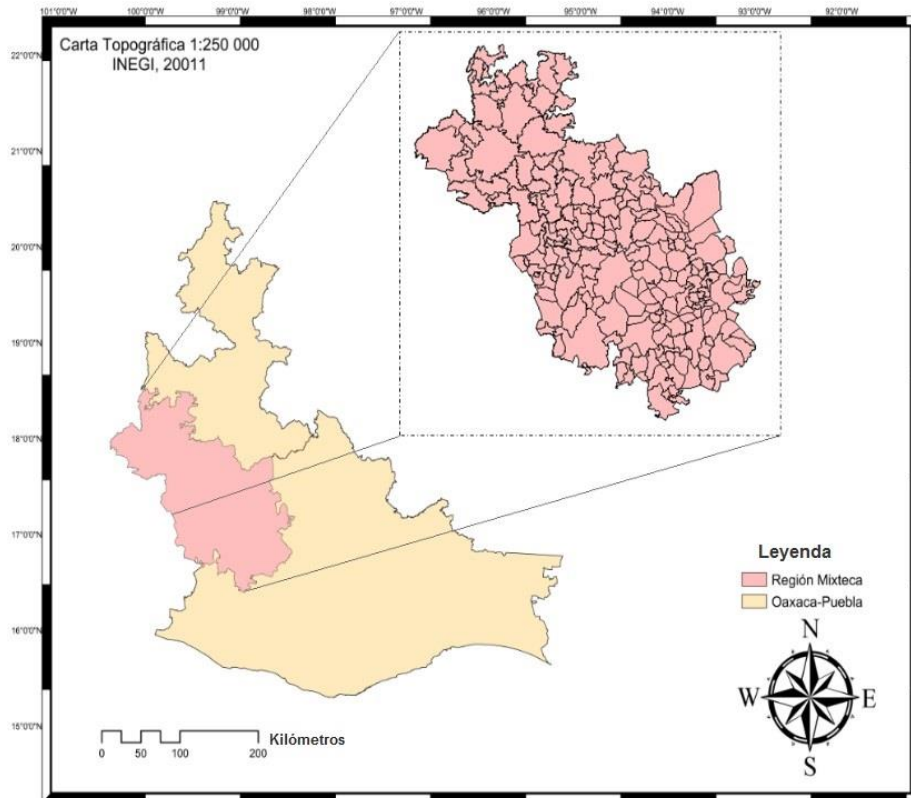


Figura 5. Región Mixteca poblana y oaxaqueña.

La Mixteca poblana cuenta con 45 municipios, ocupa aproximadamente 9 107.68 kilómetros cuadrados de superficie (Programa Regional de Desarrollo 2011-2017). La Mixteca oaxaqueña posee 15, 671.08 km² divididos en 155 municipios y se encuentra al norte del estado (SIM, 2014).

Para la Mixteca poblana, Guizart y colaboradores (2010) reportan los géneros *Bursera*, *Acacia*, *Mimosa*, *Calliandra*, *Randia* y *Lantana* con mayor diversidad en la región (Cuadro 1).



Cuadro 1. Géneros y especies de la Mixteca poblana. Estas especies presentan la mayor riqueza dentro de la Mixteca poblana de acuerdo con un estudio realizado por Guízart *et al*, 2010.

Bursera	Acacia	Mimosa	Randia
<i>B. aptera</i>	<i>A. riparioides</i>	<i>M. aculeaticarpa</i>	<i>R. aculeata</i>
<i>B. bicolor</i>	<i>A. angustissima</i>	<i>M. filipes</i>	<i>R. armata</i>
<i>B. bonetti</i>	<i>A. berlandieri</i>	<i>M. benthami</i>	<i>R. capitata</i>
<i>B. copallifera</i>	<i>A. bilimekii</i>	<i>M. biuncifera</i>	<i>R. echinocarpa</i>
<i>B. discolor</i>	<i>A. cochliacantha</i>	<i>M. goldmanii</i>	<i>R. thurberi</i>
<i>B. fagaroides</i>	<i>A. coulteri</i>	<i>M. lacerata</i>	
<i>B. galeottiana</i>	<i>A. farnesiana</i>	<i>M. mollis</i>	
<i>B. glabrifolia</i>	<i>A. macilenta</i>	<i>M. polyantha</i>	Lantana
<i>B. grandifolia</i>	<i>A. pennatula</i>		<i>L. achyranthifolia</i>
<i>B. lancifolia</i>	<i>A. picachensis</i>		<i>L. macropoda</i>
<i>B. linanoe</i>	<i>A. polyantha</i>	Calliandra	<i>L. camara</i>
<i>B. longipes</i>	<i>A. riparia</i>	<i>C. eriophylla</i>	<i>L. hirta</i>
<i>B. mirandae</i>		<i>C. conferta</i>	<i>L. velutina</i>
<i>B. morelensis</i>		<i>C. eryophylla</i>	
<i>B. schlechtendalii</i>		<i>C. grandiflora</i>	
<i>B. submoniliformis</i>		<i>C. hirsuta</i>	
<i>B. xochipalensis</i>			

La región Mixteca¹ se divide en Alta y Baja, pertenece a la cuenca del río Balsas, el clima es árido y semiárido con una precipitación anual de 300 a 400 mm, es una región montañosa que presenta altitudes desde 600 a 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm), los tipos de vegetación van desde los bosques espinosos, matorrales, selva baja caducifolia en las zonas áridas y semiáridas hasta los bosques de pino en las zonas más húmedas y templadas (Casas *et al*, 1997; Martínez *et al*, 2006).

¹ En posteriores menciones se hará referencia a la Mixteca poblana y oaxaqueña



Base de datos.

Se realizó una búsqueda bibliográfica (Vázquez-Yanes *et al*, 1999; Reyes *et al*, 2004; Pennington & Sarukhán; 2005) de las especies de árboles de selva baja reportados para el estado de Puebla y Oaxaca, que tuvieran importancia comercial, la información recabada se colocó en una tabla registrando los siguientes campos: Familia, especie, descripción de la especie, distribución y los usos (Anexo A). Se verificaron las sinonimias garantizando así que los nombres de las especies fueran correctos. Adicionalmente se determinó el estatus de conservación de las especies que fueron seleccionadas en la lista roja de especies prioritarias de la IUCN (2014) y en la NOM-059 (2010) de la SEMARNAT, para garantizar que las especies no se encontraran dentro de un estatus de conservación.

En base a lo anterior se obtuvieron datos de 44 especies, que fueron descargados de las plataformas de Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (*REMIB*) y Global Biodiversity Information Facility (*GBIF*), estas plataformas son bases de datos de registros de especies que han sido colectadas y que se encuentran en diferentes herbarios, tanto nacionales como internacionales (Cuadro 2). Se elaboró una base de datos donde se conjuntaron los registros obtenidos de ambas plataformas y se realizó una depuración hasta obtener las especies que tuvieran 30 registros mínimo de acuerdo a lo reportando por Gaikwad *et al*, 2011, además de contar con las características taxonómicas a partir de: familia, género y especie, características geográficas (latitud, longitud). Se clasificaron por uso; es decir, Artesanal, Consumo, Forestal, Forrajero y Medicinal de acuerdo a lo reportado por la bibliografía (Dávila & Lira, 2002; Olivares *et al*, 2011) Conjuntamente se descargaron los mapas de la República Mexicana, para el mapa de climas se obtuvo de CONABIO, la carta topográfica (2011a) escala 1: 250 000 y los usos de suelo y vegetación (2011b) se obtuvieron del INEGI. A partir de la carta topográfica; en el programa ArcMap 10.2 se extrajeron los estados de Puebla y Oaxaca con sus respectivos municipios; de acuerdo con el Programa Regional de Desarrollo: Región Mixteca 2011-2017 del



estado de Puebla y a los Planes Regionales de Desarrollo de Oaxaca: Región Mixteca 2011-2016 se obtuvieron las claves de los municipios que pertenecen a esta región, para poder generar el polígono perteneciente a la Mixteca de ambos estados.

Cuadro 2. Especies distribuidas en selva baja. Especies distribuidas en selva baja en los estados de Puebla y Oaxaca; se muestra el número de registros (REG) utilizados para generar los modelos.

ESPECIE	REG	ESPECIE	REG
<i>Acacia cochliacantha</i>	228	<i>Fouquieria formosa</i>	128
<i>Acacia coulteri</i>	56	<i>Gliricidia sepium</i>	77
<i>Acacia farnesiana</i>	175	<i>Guazuma ulmifolia</i>	141
<i>Actinocheita potentillifolia</i>	77	<i>Inga vera</i>	202
<i>Alchornea latifolia</i>	56	<i>Juniperus flaccida</i>	73
<i>Alnus acuminata</i>	119	<i>Leucaena leucocephala</i>	66
<i>Astianthus viminalis</i>	68	<i>Liquidambar styraciflua</i>	40
<i>Bursera aloexylon</i>	67	<i>Muntingia calabura</i>	70
<i>Bursera aptera</i>	111	<i>Parkinsonia praecox</i>	34
<i>Bursera biflora</i>	217	<i>Pithecellobium dulce</i>	114
<i>Bursera morelensis</i>	119	<i>Plocosperma buxifolium</i>	42
<i>Bursera schlechtendalii</i>	467	<i>Plumeria rubra</i>	146
<i>Bursera simaruba</i>	248	<i>Prosopis laevigata</i>	64
<i>Bursera submoniliformis</i>	206	<i>Pseudosmodium multifolium</i>	64
<i>Byrsonima crassifolia</i>	63	<i>Psidium guajava</i>	47
<i>Capparis incana</i>	100	<i>Salix bonplandiana</i>	41
<i>Ceiba parvifolia</i>	59	<i>Salix humboldtiana</i>	35
<i>Crescentia alata</i>	83	<i>Senna atomaria</i>	253
<i>Cyrtocarpa procera</i>	98	<i>Senna wislizeni</i>	73
<i>Dendropanax arboreus</i>	114	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	76
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	52	<i>Tecoma stans</i>	98
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	114	<i>Trema micrantha</i>	91



Variables ambientales

Se descargaron las 19 variables bioclimáticas de WorldClim (www.worldclim.org). Estas variables fueron desarrolladas por Hijmans y colaboradores (2005) a escala global, incluyen un conjunto de variaciones climáticas de precipitación y temperatura; fueron elaborados con una resolución espacial de aproximadamente 1 kilómetro cuadrado (1 arc/segundo) y contienen el promedio de cada variable acumuladas durante 50 años entre 1950-2000 (Cuadro 3). Además de las variables bioclimáticas se agregó la variable de altitud (www.worldclim.org); las 20 variables se importaron al programa ArcMap 10.2 para realizar la extracción de las características ambientales de ambos estados.

Cuadro 3. Variables bioclimáticas. Las variables contienen información ambiental a escala de pixel.

NO. VARIABLE	DESCRIPCIÓN
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango promedio diario (media mensual (T° Max – T° Min))
BIO3	Isotermalidad * (100)
BIO4	Temperatura estacional (desviación estándar * 100)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango de temperatura anual
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Precipitación estacional (coeficiente de variación)



Cuadro 3. Continuación.

NO. VARIABLE	DESCRIPCIÓN
BIO16	Precipitación de trimestre más húmedo
BIO17	Precipitación de trimestre más seco
BIO18	Precipitación de trimestre más cálido
BIO19	Precipitación de trimestre más frío
ALTITUD	

Construcción de los modelos de nicho ecológico.

Los modelos de nicho de las especies de interés comercial de la región Mixteca fueron generados utilizando el programa Maxent (Phillips *et al*, 2006) versión 3.3.3 k, las variables ambientales y los registros de presencia a nivel estado fueron procesadas utilizando los valores que el programa presenta por default, los mapas continuos que se generaron fueron transformados a boléanos por medio del programa IDRISI Selva 17.0, tomando de referencia el valor de *Maximum training sensitivity plus specificity* para elaborar un mapa binario por cada especie. Además se seleccionó la variable con mayor porcentaje de contribución. Los mapas binarios fueron recortados con el mapa de selva baja para obtener el área potencial de distribución en este tipo de vegetación además fueron colocados por uso: *Artesanal, Forestal, Comercial, Consumo humano y Medicinal*. Para poder obtener las especies que se encontraron en la región Mixteca se ocupó la herramienta “*extract*” del programa IDRISI Selva 17.0, la cual nos muestra el área potencial en pixeles y la presencia de las especies dentro de los municipios en la región, en base a lo anterior se obtuvieron 32 especies de árboles con distribución potencial en la Mixteca poblana y oaxaqueña. Finalmente se realizó un análisis de diversidad para la región.



Análisis estadísticos.

Se realizó una prueba de normalidad *Shapiro-Wilk* y se compararon las medias de los datos de registros contra los datos del modelo para saber si existían diferencias significativas, utilizando una *t-student* para los datos normales y una prueba *U de Mann-Whitney* para los datos que no fueron normales.

El análisis de diversidad alfa se realizó en el programa IDRISI Selva 17.0 con la herramienta *Land Change Modeler*.



RESULTADOS

Se obtuvieron 44 modelos pertenecientes a las especies mostradas en el Cuadro 2, de las cuales 32 especies presentaron una distribución potencial en la región Mixteca. Destaca la familia Mimosaceae que obtuvo la mayoría de las especies (7), seguida por la familia Burseraceae que obtuvo seis especies, la familia Fabaceae con cuatro y las familias Betulaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Capparidaceae, Hamamelidaceae, Loganiaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Salicaceae, Sterculiaceae y Ulmaceae con menos de tres especies (Cuadro 4).

Cuadro 4. Familias y especies distribuidas en la región Mixteca. Especies que tuvieron una distribución potencial de acuerdo con los modelos de nicho en la Mixteca.

FAMILIA	ESPECIE	FAMILIA	ESPECIE
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Loganiaceae	<i>Plocosperma buxifolium</i>
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Mimosaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>
	<i>Tecoma stans</i>		<i>Acacia farnesiana</i>
Bombacaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>		<i>Enterolobium</i>
			<i>Cyclocarpum</i>
Burseraceae	<i>Bursera aloexylon</i>		<i>Inga vera</i>
	<i>Bursera aptera</i>		<i>Leucaena leucocephala</i>
	<i>Bursera biflora</i>		<i>Pithecellobium dulce</i>
	<i>Bursera morelensis</i>	<i>Prosopis laevigata</i>	
	<i>Bursera Schlenchtendalii</i>	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>
	<i>Bursera simaruba</i>	Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i>
Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>		<i>Salix Humboldtiana</i>
Fabaceae	<i>Eysenhardtia</i>	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>
	<i>Polystachya</i>		
	<i>Gliricidia sepium</i>	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>
	<i>Parkinsonia praecox</i>		
	<i>Senna atomaria</i>		

Las familias y las especies que se distribuyeron en la región de acuerdo a los modelos concuerdan con las familias que se encuentran mejor



representadas dentro de las selvas bajas y de la región Mixteca (Guízart *et al*, 2010; Rocha-Loredo *et al*, 2010), estas especies no se encontraron dentro de alguna categoría de riesgo (NOM- 059 SEMARNAT, 2010; IUCN, 2014) por lo cual se proponen como especies potenciales para su manejo y aprovechamiento de forma sustentable.

Variables ambientales que influyen en la distribución potencial de las especies.

Los modelos generados permitieron extraer las variables que se encuentran influyendo la distribución potencial de las especies (Cuadro 5). Es importante conocer que variables se encuentran determinando esta distribución dado que existe dependencia entre los factores ambientales y las tolerancias de una especie, de acuerdo con esto, se muestran las variables que tuvieron mayor porcentaje de influencia en la distribución de cada especie.

Destacando la precipitación anual (BIO 12), la cual aportó un valor considerable entre 18 y 56 % de contribución al modelo de nicho de 7 especies; mostrando el porcentaje más alto para la especie *Prosopis laevigata* (56%), determinando así, que esta especie se encuentra distribuida en sitios con precipitaciones menores a 500 mm de acuerdo con la curva de respuesta. La Temperatura mínima del mes más frío (BIO 6) se encuentra determinando la distribución de 4 especies, teniendo mayor porcentaje en la distribución potencial de *C. alata*. La BIO 10 determina la distribución potencial de tres especies, *S. bonplandiana* y *A. acuminata* presentan porcentajes de contribución, 57 % y 42 % respectivamente, mientras que para *G. sepium* el porcentaje de influencia fue menor (18 %).

La altitud se encuentra determinando la distribución de 3 especies, sus porcentajes de contribución oscilaron entre 16.5% a 30%, teniendo el mayor porcentaje de contribución (30 %) para *Byrsonima crassifolia*.

La distribución potencial de *P. praecox* se ve influenciada por la BIO 16, esta variable tuvo un porcentaje más alto de influencia con un 63 %, es



decir la distribución potencial de esta especie depende en gran medida de la precipitación del trimestre más húmedo, además de que también influye en la distribución de *A. farnesiana* (31 %) y *B. morelensis* (22 %).

Cuadro 5. Variables de influencia. Se muestra la variable con mayor porcentaje de contribución (PC) en la distribución de las especies en la Mixteca.

VAR	ESPECIE	PC (%)	VAR	ESPECIE	PC (%)	
BIO 12	<i>A. cochliacantha</i>	37	BIO 2	<i>T. micrantha</i>	49	
	<i>B. biflora</i>	21	BIO 10	<i>A. acuminata</i>	42	
	<i>C. incana</i>	18		<i>G. sepium</i>	18	
	<i>C. parvifolia</i>	32		<i>S. bonplandiana</i>	57	
	BIO 6	<i>E. polystachya</i>	21	BIO 13	<i>B. schlenchtendalii</i>	29
		<i>L. leucocephala</i>	30		<i>P. rubra</i>	23
		<i>P. laevigata</i>	56		<i>T. stans</i>	33
BIO 6		<i>C. alata</i>	38	BIO 16	<i>A. farnesiana</i>	31
	<i>P. guajava</i>	26	<i>B. morelensis</i>		22	
	<i>S. Humboldtiana</i>	22	<i>P. praecox</i>		63	
	<i>T. impetiginosa</i>	32	BIO 19	<i>L. styraciflua</i>	29	
ALTITUD	<i>B. simaruba</i>	22		<i>P. dulce</i>	30	
	<i>B. crassifolia</i>	30		BIO 3	<i>E. cyclocarpum</i>	21
	<i>G. ulmifolia</i>	28	BIO 4	<i>B. áptera</i>	27	
BIO 2	<i>I. vera</i>	21	BIO 7	<i>B. aloexylon</i>	47	
	<i>S. atomaria</i>	25	BIO 18	<i>P. buxifolium</i>	32	

Las variables de precipitación así como las variables de temperatura, se mantienen en al menos una especie, sin embargo, se observa que las variables correspondientes a la precipitación están determinando la distribución de la mayoría de las especies.



Intervalos ambientales que presentan las especies de la Mixteca.

Bajo este enfoque, uno de los objetivos fue obtener los intervalos ambientales en los que las especies se distribuyen de manera original y potencial dentro de la región Mixteca, tomando la precipitación media anual y temperatura media anual para obtener estos intervalos ya que estas variables juegan un papel importante en la distribución de las especies (Trejo, 2010), además en el Anexo B se muestra la caracterización de las 18 variables restantes.

Intervalos de precipitación (registros y modelos de nicho).

En la Figura 6 se muestra la caracterización de la precipitación para las 32 especies, utilizando los puntos de registro en fragmentos de selva baja y los datos del modelo (\bar{x} / especie) para la región Mixteca. La precipitación en los fragmentos de selva baja de acuerdo a los datos de presencias oscila entre los 520.3 mm hasta los 2151 mm de precipitación, y para el caso de los modelos de nicho este intervalo va de 433.31 mm hasta 1416 mm, al realizar la comparación de los modelos contra los datos de ocurrencia por cada especie, se observó que en 12 especies (Cuadro 6) pertenecientes a seis familias (Apocynaceae, Betulaceae, Burseraceae, Fabaceae, Mimosaceae y Salicaceae) presentaron diferencias significativas, es decir que estas especies aumentaron o disminuyeron el intervalo de precipitación respecto de lo observado; de estas especies 4 fueron de la Familia Burseraceae: *B. áptera*, *B. biflora*, *B. morelensis* y *B. simaruba*. La especie *B. simaruba* (Figura 6) presenta una precipitación promedio de 1240 mm, pero su gradiente de distribución es el más amplio (datos de registros), ya que va desde 407 mm hasta 4027 mm como mínimo y máximo respectivamente. Al obtener el intervalo de precipitación del modelo para esta especie el valor mínimo osciló de 273 mm hasta un máximo de 919 mm con un promedio de 566.8 al realizar la comparación se encontró que para esta especie, existen diferencias significativas ($U= 23463.50$; $p= 0.000005$).



Para el caso de las 3 especies restantes, se obtuvieron los mismos resultados, es decir que, los datos observados mostraron intervalos de precipitación amplios y para el caso de los modelos esta precipitación disminuyó.

Cuadro 6. Pruebas estadísticas. Especies que mostraron diferencias significativas ($<.05$) para las pruebas *U Mann-Whitney* y *t-student*.

ESPECIE	<i>u</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>df</i>
<i>Acacia farnesiana</i>	11324.000		0.000025	174
<i>Alnus acuminata</i>	5746.000		0.011977	118
<i>Bursera aptera</i>	4105.000		0.000017	110
<i>Bursera biflora</i>	18643.50		0.000176	216
<i>Bursera morelensis</i>	5930.500		0.030356	118
<i>Bursera simaruba</i>	23463.50		0.000005	247
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	5236.500		0.011306	113
<i>Inga vera</i>	16617.50		0.001260	201
<i>Parkinsonia praecox</i>	412.0000		0.041743	33
<i>Pithecellobium dulce</i>	4505.500		0.000270	111
<i>Plumeria rubra</i>	8406.000		0.001799	145
<i>Salix Bonplandiana</i>		-3.45438	0.000885	80

De la familia Mimosaceae las especies fueron *A. farnesiana*, *I. vera* y *P. dulce* presentaron diferencias significativas al realizar la comparación de los datos observados con los datos del modelo, siendo la especie *I. vera* la que obtuvo el intervalo más amplio tanto en los datos de presencia como en el modelo.

La familia Fabaceae presento dos especies *P. praecox* y *E. polystachya*, resaltando a la especie *P. praecox* (Figura 6), ya que fue la especie que tolera las precipitaciones más bajas con un promedio de 520.3 mm con un mínimo de 305 y un máximo de 885 mm; sin embargo para el modelo se observa un valor mínimo de 264 mm y una máxima de 982 mm, la comparación en este caso, también resultó significativa (Cuadro 6), esta especie presenta tolerancias a condiciones de secas hasta ambientes más húmedos.



De las especies que no mostraron diferencias al comparar lo observado con el modelo, resalta la especie *L. styraciflua* (Figura 6) ya que muestra tolerancias a altos valores de precipitación (\bar{x} =2151 mm) de acuerdo a lo observado así como para el modelo (\bar{x} = 1416 mm).



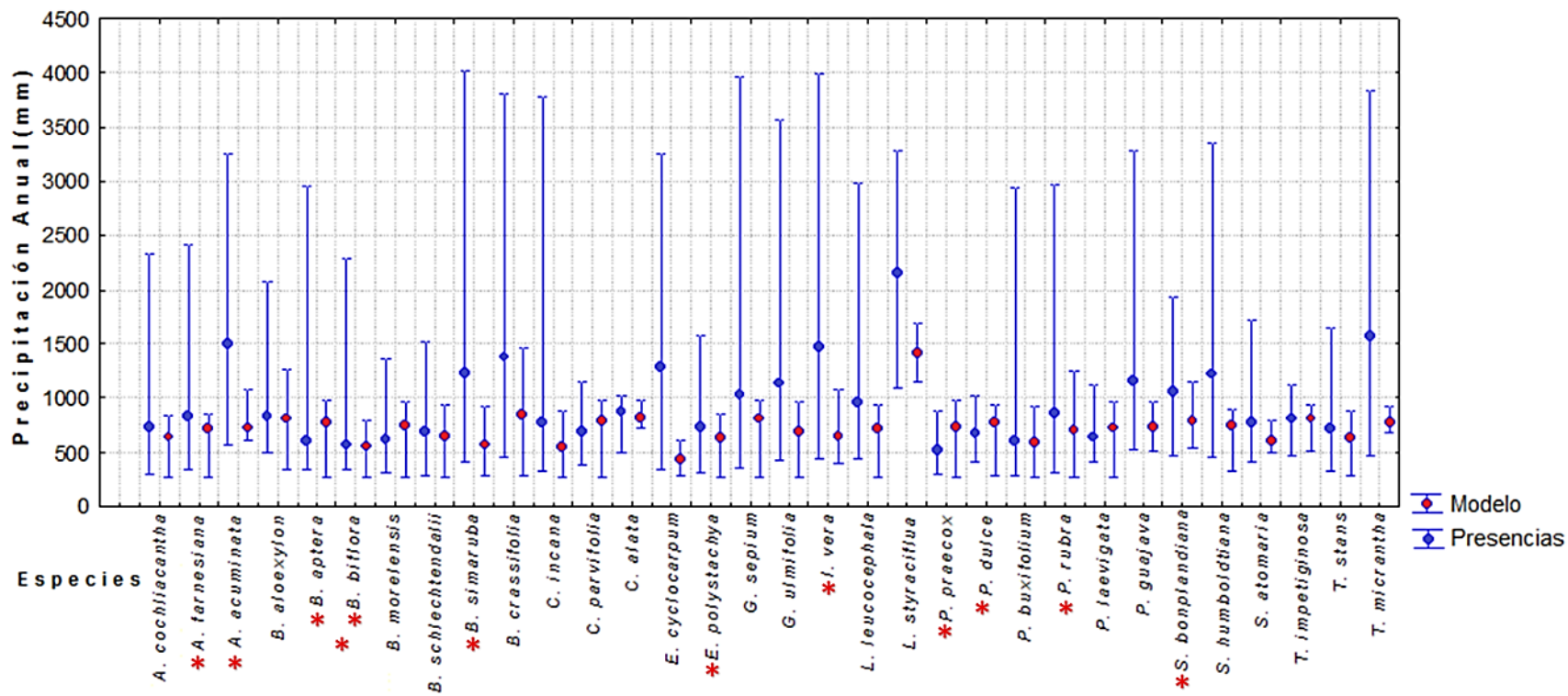


Figura 6. Caracterización de la precipitación media anual. Se muestran las medias, mínimos y máximos de los datos del presente (puntos azules) y los datos del modelo (puntos rojos) de las especies de interés comercial en la región Mixteca, las especies marcadas con asteriscos fueron las que presentaron diferencias significativas, los datos del modelo solo corresponden a la zona de estudio, mientras que los datos de las ocurrencias se encuentran a nivel estatal (Puebla y Oaxaca) con presencia de selva baja.



Intervalos de temperatura (registros y modelos de nicho).

Para el caso de la variable temperatura se observa que las especies se encuentran en un intervalo de 16.37 °C a 26.39 °C para los datos de registro; y para el modelo, la temperatura oscila entre 18.15 °C hasta los 24.53 °C, al realizar la comparación (Cuadro 7), siete especies mostraron diferencias significativas (Figura 7). De las cuales *B. simaruba* ($U= 24691.50$, $p= 0.0001145$) y *P. dulce* ($U= 4782.5$, $p= 0.002124$) al igual que con la precipitación mostraron estas diferencias. Se observa que los valores de temperatura aumentan y disminuyen dependiendo de la especie, *Crescentia alata* presenta una tolerancia promedio de 24.53 °C una mínima de 21.1 °C y una máxima de 26.2 °C de acuerdo con los datos del modelo, en contraste con los datos de registro su tolerancia oscila entre 20.5 °C y 27.7 °C como mínimo y máximo, presentando un promedio de 26.39 °C; la comparación en este caso no resulto significativa, por lo tanto el modelo se está ajustando a los datos de registro.

Cuadro 7. Prueba U Mann-Whitney. Se muestran las 7 especies que mostraron diferencias significativas en esta prueba.

ESPECIE	<i>u</i>	<i>P</i>	<i>df</i>
<i>Bursera simaruba</i>	24691.5	0.00014634	247
<i>Capparis incana</i>	3862	0.00542656	99
<i>Pithecellobium dulce</i>	4782.5	0.00213149	111
<i>Plocosperma buxifolium</i>	641	0.03108434	41
<i>Salix humboldtiana</i>	391.5	0.04974666	32
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	2174.5	0.00855876	75
<i>Tecoma stans</i>	2279	0.02482452	75

Tabebuia impetiginosa (Figura 7) se encuentra a temperaturas promedio de 25.48 °C (Min: 16.7 °C – Max: 27.7 °C) y de acuerdo con el modelo, esta especie puede distribuirse a temperaturas más bajas, ya que obtuvo un promedio de 22.69 °C (Min: 16.5 °C – Max: 24.6 °C) y al realizar la comparación, esta resulto significativa ($U= 2174.5$, $p= 0.008559$). La



especie *A. acuminata* presenta una distribución a temperaturas más bajas para los datos de ocurrencia y para los datos del modelo, ya que en el primer caso presenta un mínimo de 8.3 °C y un máximo de 24.9 °C, presentando un promedio de 16.37 °C, se observa que para el caso del modelo la temperatura aumenta a diferencia de las dos especies anteriores, ya que el promedio que presenta es de 18.15 °C con una mínima de 14°C y una máxima de 25.6 °C (Figura 7).



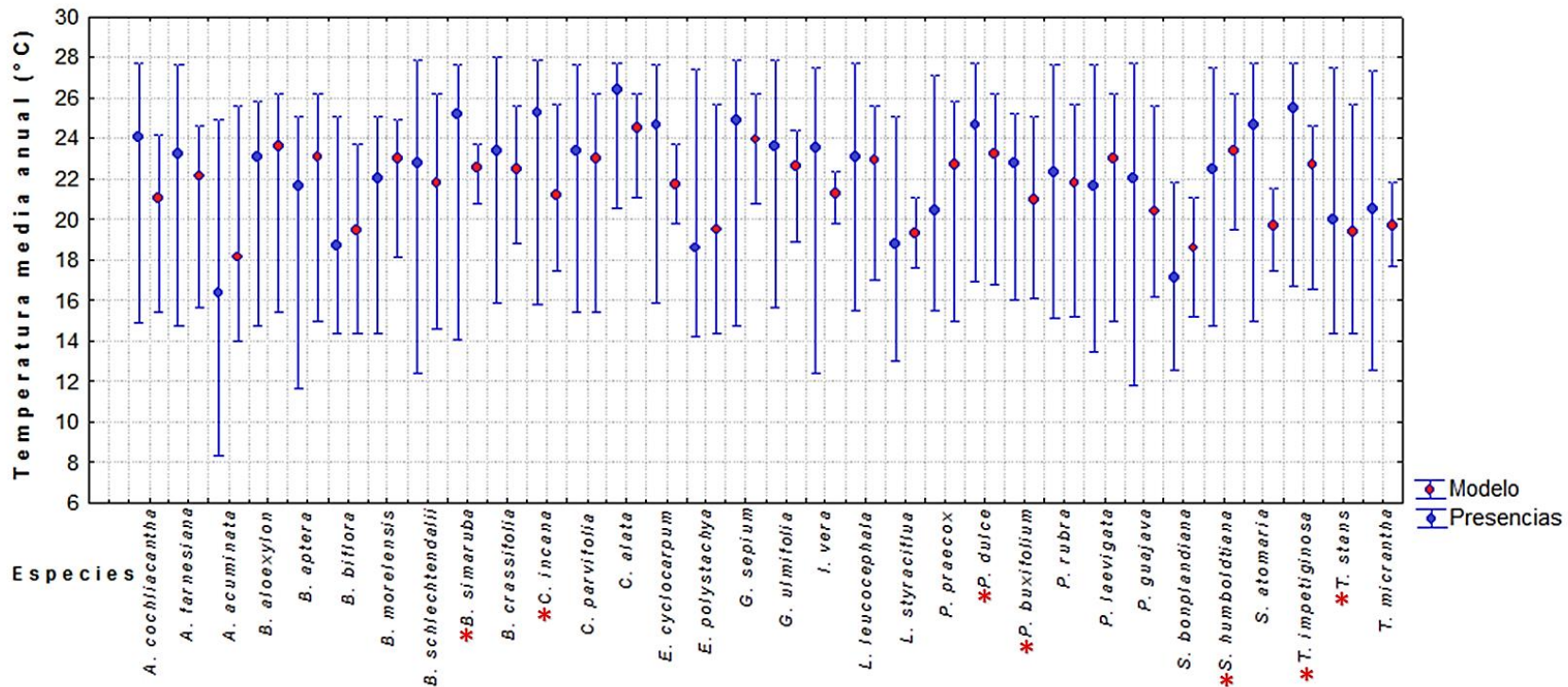


Figura 7. Caracterización de la temperatura media anual. Se muestran las medias, mínimos y máximos de los datos del presente (puntos azules) y los datos del modelo (puntos rojos) de las especies de interés comercial en la región Mixteca, las especies marcadas con asteriscos fueron las que presentaron diferencias significativas, los datos del modelo solo corresponden a la zona de estudio, mientras que los datos de las ocurrencias se encuentran a nivel estatal (Puebla y Oaxaca) con presencia de selva baja.



Zonas que presentan mayor diversidad especies de importancia comercial en la Mixteca.

Las zonas con mayor diversidad de especies se ilustran en la Figura 8, geográficamente se observa que dos zonas del estado de Oaxaca concentran la mayor riqueza de las especies; la primera zona de este estado abarca los municipios de Tepelmeme Villa de Morelos, San Miguel Tequixtepec y Concepción Buena vista, la segunda zona oaxaqueña abarca los municipios de Santiago Huaucuililla, San Pedro Coxcaltepec Cántaros y Asunción Nochixtlán, además de poseer la mayor riqueza, con 28 especies, estas zonas se caracterizan por tener especies que pueden tener los cinco usos en esta región geográfica, como es el caso de la especie *Prosopis laevigata*, que fue la única especie que presentó los cinco usos (Figuras 9 y 11), Sin embargo, a pesar de que el estado de Oaxaca posee las zonas con mayor diversidad, la mayoría de los municipios del estado de Puebla concentran al menos una especie, mientras que para los municipios restantes de la región Mixteca (Oaxaca) no presentan ninguna especie. Cabe mencionar que de las 32 especies distribuidas potencialmente en la región, 26 especies tuvieron registros de presencia, mientras que las 6 restantes no tenían registros en la Mixteca.

De acuerdo al modelo y la clasificación por uso (Vázquez-Yanes *et al*, 1999; Reyes *et al*, 2004; Pennington & Sarukhán; 2005), de las 30 especies obtenidas; 27 especies tuvieron un uso Artesanal, seis especies fueron de consumo alimenticio, 16 para el uso forestal, 17 para el forrajero y 20 para el medicinal.

Dentro del uso artesanal (Figuras 9 y 10): *Ceiba parvifolia* , representa la especie con mayor número de municipios (N=81) y un área potencial de distribución de 20.28% del territorio de la Mixteca, por lo que la distribución potencial de esta especie se encuentra a nivel regional; las especies con menor número de presencias fueron *I. vera*, *T. micrantha*, *L. styraciflua*, *B.* y *E. cyclocarpum*, lo que nos sugiere una restringida distribución potencial a



nivel local de estas especies, ya que solo se encontraron en cuatro municipios o menos.

En el uso consumo (Figura 9 y 10) las especies con menor número de municipios y área de distribución fueron *I. vera* y *E. cyclocarpum*, mientras que las cuatro restantes (*G. ulmifolia*, *P. dulce*, *P. laevigata* y *Psidium guajava*) se distribuyeron entre 30 y 65 municipios, y sus áreas potenciales de distribución variaron por cada especie. Como puede observarse, dentro de los usos hay especies compartidas, de las cuales solo tres se encuentran presentes en los cinco usos. *E. cyclocarpum*, *P. dulce* y *P. laevigata*, la primera, muestra una distribución muy restringida, ya que su área de distribución porcentual fue de 0.52 % del total de la Mixteca (en cuatro municipios), mientras que las dos especies restantes tuvieron un área mayor de distribución. Por lo tanto descartando dichas especies, los usos forestal y forrajero (Figura 11 y 12) comparten las especies con mayor número de municipios en los que se pueden distribuir, en estos casos, la especie con mayor número de presencias fue *S. bonplandiana*, las especies: *S. humboldtiana*, *G. ulmifolia* y *G. sepium* presentaron un área potencial mayor de distribución y estuvieron presentes en la mayoría de los municipios dentro de la región Mixteca, se puede observar que hay cinco especies que son únicas para este uso.



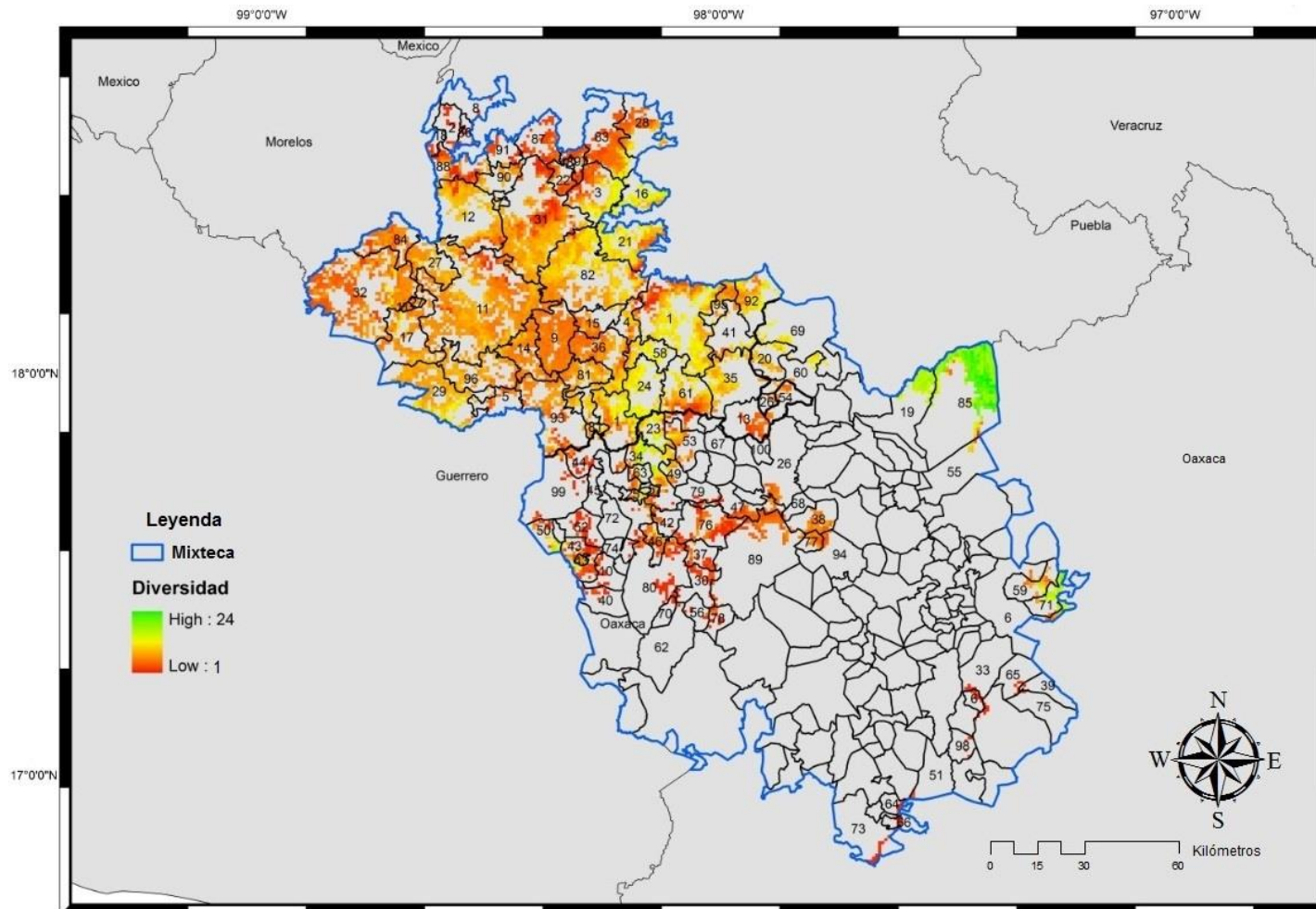


Figura 8. Riqueza de especies de la región Mixteca. Las regiones con colores que tienden a los tonos verdes, muestran los sitios con el mayor número de especies, mientras que los tonos rojos nos indican zonas con el menor número de especies (1 especie).



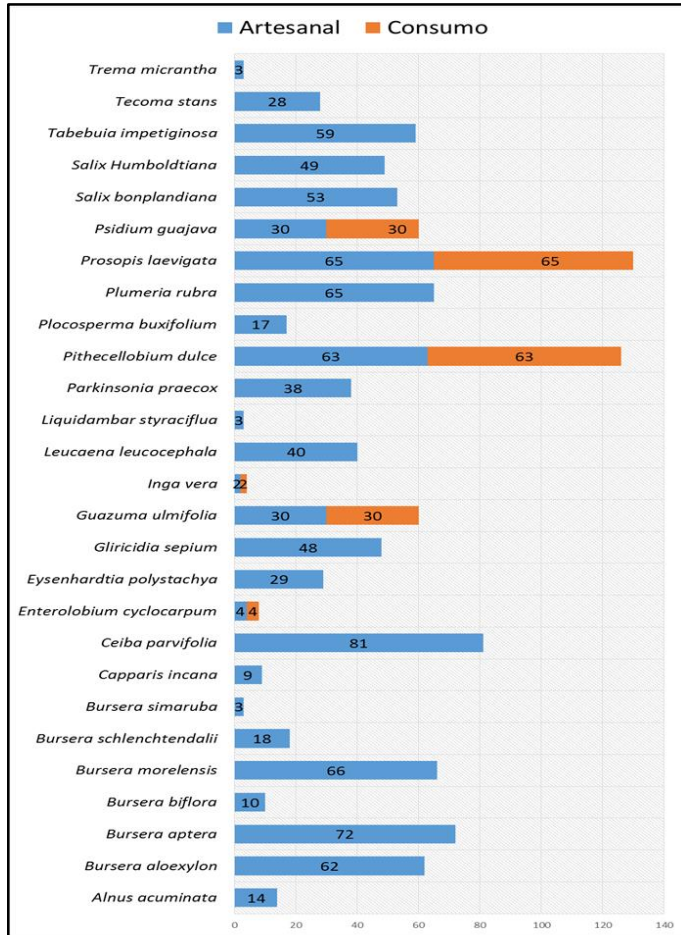


Figura 9. Presencias de las especies en la región Mixteca. De acuerdo a los modelos de distribución de especies en los usos artesanal y consumo humano. ¶

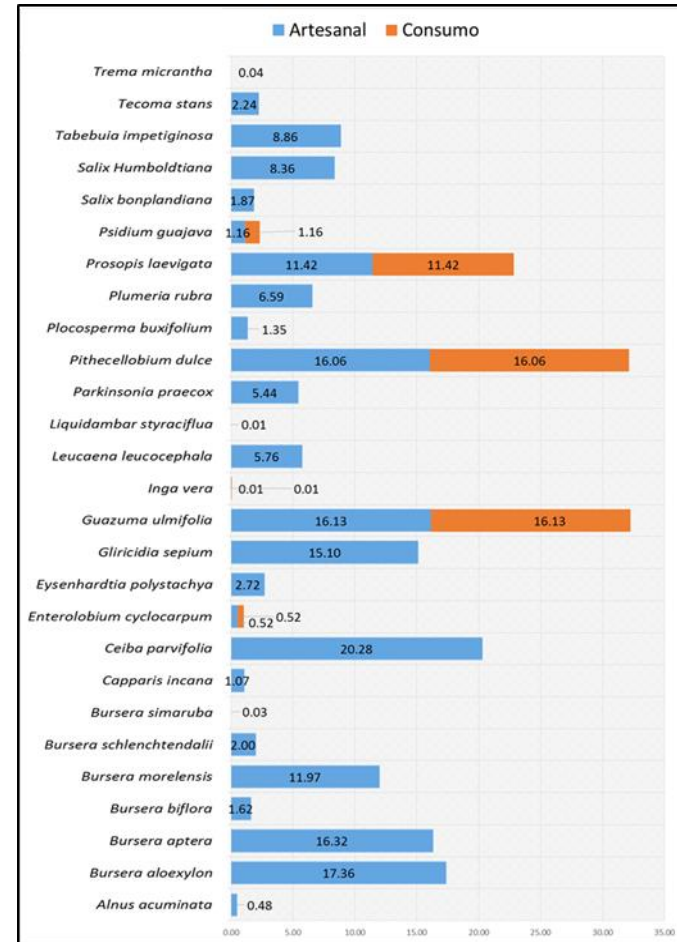


Figura 10. Área de distribución potencial. El porcentaje de área por especie dentro de los usos artesanal y consumo humano. ¶



El uso medicinal contempla 19 especies, de las cuales cinco son exclusivas a dicho uso, tres se encuentran en un número considerable de municipios (entre 62 y 65), *Plumeria rubra* y *Plocosperma buxifolium* tienen una distribución potencial de 65 municipios, mientras que *Bursera aloexylon* está presente en 62 municipios; las 16 especies restantes presentan una distribución inferior al 16.06% (Figura 11 y 12).

El conocimiento acerca del uso de las especies proporciona información sobre las formas de aprovechamiento de estas, por lo tanto las propuestas de manejo de cada especie pueden ir enfocadas en base a los usos; de acuerdo con nuestros resultados las especies de la región Mixteca poseen estos usos potencialmente, 12 especies presentan solo un uso, mientras que 20 poseen más de dos usos.

Por lo que las especies empleadas en este estudio, pueden tener distintos usos, ya sea compartidos o con especies que solo presentan un solo uso, por lo cual, resulta importante conocer la zona de mayor y menor riqueza de especies, dentro de la región y entre los municipios, en la figura 15 se muestra como está distribuida esta riqueza potencialmente.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran las distintas aplicaciones que se les puede dar a los modelos de nicho, ya que además de obtener sitios potenciales de distribución de las especies, también se obtuvieron los usos potenciales que estas podrían tener en la región Mixteca, no solo es posible determinar zonas potenciales para aprovechamiento de los recursos, sino que también determinamos zonas que se podrían usar para conservación, ya que solo se encontraba 3 especies o menos.



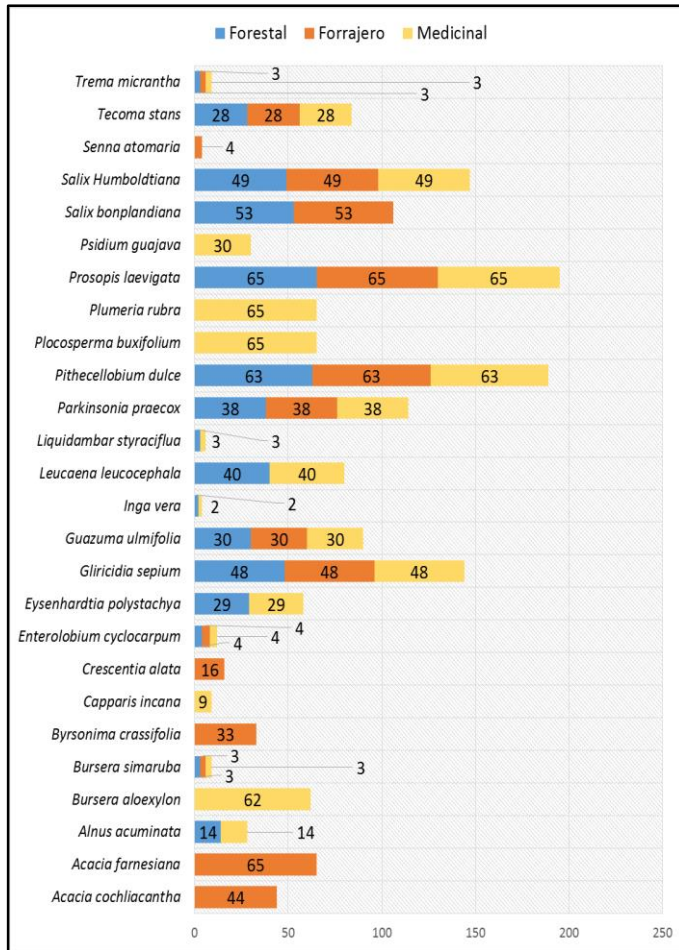


Figura 11. Presencias de las especies en la región Mixteca. De acuerdo a los modelos de distribución de especies en los usos forestal, forrajero y medicinal.

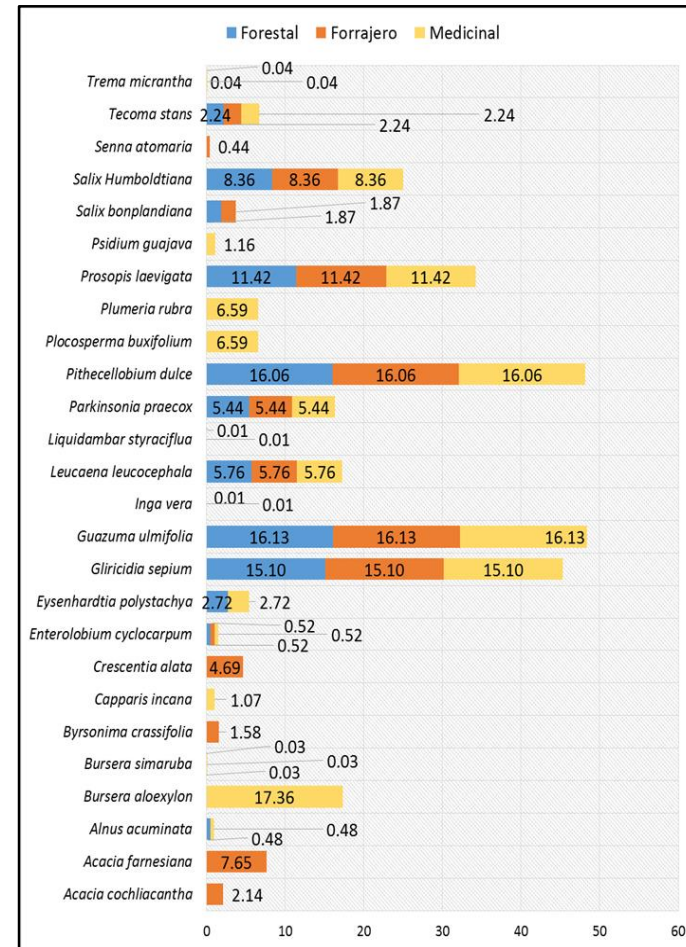


Figura 12. Área de distribución potencial. El porcentaje de área por especie dentro de los usos forestal, forrajero y medicinal.



Zonas propuestas para aprovechamiento de especies de importancia económica en la Mixteca.

Los modelos de nicho proporcionaron la distribución de especies de interés comercial dentro de los municipios de la región Mixteca (Poblana-Oaxaqueña), en la Figura 13 se ilustran los sitios en los que se presentan estas especies. Se identificaron las zonas A, B, C, D y E, las cuales contienen los usos y las especies propuestas para manejo y aprovechamiento (El nombre de los municipios se puede consultar en el Anexo C).

Tepelmeme Villa de Morelos perteneciente al estado de Oaxaca fue el único municipio que presentó 30 especies por lo que pertenece a la categoría A5, la cual incluye a los municipios que presentan los cinco usos (Artesanal, Consumo humano, Forestal, Forrajero y Medicinal) y que presentan entre 22 y 30 especies. A esta categoría también pertenecen los municipios: San Pedro Coxcaltepec Cantar, Oax. (59), Santiago Huaucilla, Oax. (71), Jolalpan, Puebla (32), Concepción Buenavista, Oax. (19), Asunción Nochixtlán, Oax. (6) y Acatlán, Puebla (1). La zona B5 presenta entre 14 y 19 especies, en ella se encuentran la mayoría de los municipios (36) de la región Mixteca, además también posee los cinco usos. La zona C alberga 28 municipios, de los cuales 27 poseen los 5 usos (C5), mientras que solo un municipio, Villa de Chilapa de Díaz, Oaxaca tiene cuatro usos (C4) con ocho especies.

Se observa también que la clasificación D, fue la que presentó municipios con 2, 3, 4 y 5 usos, de acuerdo con ello, siete municipios de esta zona pueden tener un aprovechamiento con los cinco usos (D5), ocho municipios presentan cuatro usos (D4), seis municipios tienen un potencial de aprovechamiento con tres usos (D3) y finalmente un solo municipio posee dos usos con dos especies (D2). La zona E incluye siete municipios, de los cuales, seis presentan 3 usos, mientras que solo un municipio presenta un uso con una especie. Cabe señalar que en algunos casos (D2, E3 Y E1) se presenta solo una especie, sin embargo esta especie puede tener más de un uso.



En general el 78 % del territorio mixteco posee los cinco usos, es decir, las especies que se encuentran en estos municipios tienen por lo menos un uso o los cinco, el 9% de los municipios tiene 4 usos, el 12% de los municipios tiene 3 usos, un municipio (1%) tiene dos usos y el otro 1% restante tiene solo un uso, en base a esto, las zonas que presentan la mayoría de los usos se proponen como sitios para aprovechamiento mientras que las zonas que solo presentan dos o un uso y con la menor cantidad de especies son propuestas para restauración.



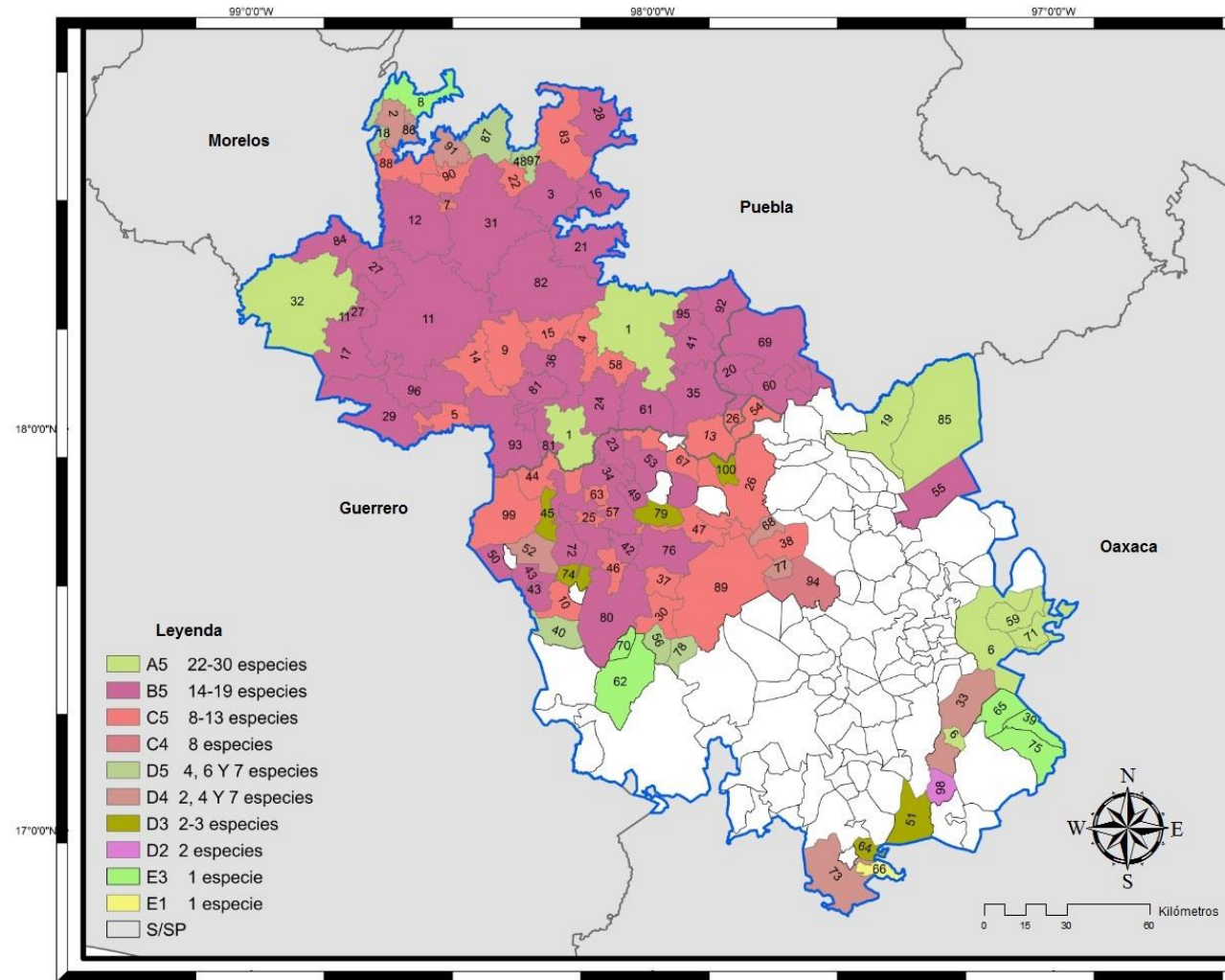


Figura 13. Riqueza y usos de especies en la Mixteca. La región se encuentra dividida en zonas desde la A hasta E, el número seguido denota la cantidad de usos que posee, adicionalmente se incluye el número de especies por zonas



DISCUSIÓN

Las variables como la precipitación, temperatura, altitud, topografía, entre otras, son usadas para realizar modelos de distribución y nos permiten estimar el comportamiento espacio temporal de las especies (Pliscoff & Fuentes, 2011; Morales, 2012), Bajo el enfoque de este estudio la temperatura y precipitación mantienen una variación a lo largo de un gradiente ambiental y tienen una marcada influencia en la función de los ecosistemas, en este caso, en los ecosistemas semiáridos (Miranda, 2007; Trejo, 2010).

En este aspecto Rocha-Loredo *et al* (2010) reportaron 12 variables ambientales que influyen en la distribución de especies del bosque tropical caducifolio, de las cuales la precipitación media anual y la temperatura del mes más cálido fueron las que mayor correlación tuvieron con la probabilidad de presencia, por lo que se puede observar la relación de la distribución de especies de selva baja con la precipitación y temperatura. Esta relación se observa en nuestros resultados, ya que las variables de precipitación fueron las que mayor influencia tuvieron en la distribución de las especies de interés comercial de la región Mixteca, la precipitación (BIO 10, 12, 13, 16, 18, 19), está influenciando la distribución potencial en la mayoría de las especies de selva baja en la Mixteca, por lo que se ve reflejada la relación de este tipo de vegetación, es por ello que se clasifican en caducifolias, subcaducifolias, perennifolias y subperennifolias (Trejo, 2010; CONABIO, 2014).

Además de la precipitación la temperatura también es una variable importante que influye en la distribución de las especies, en este aspecto Hernández-Pérez y colaboradores (2011) reportan que para 15 especies de *Bursera* las variables que están influenciando su distribución son la temperatura máxima anual, temperatura mínima anual, precipitación en la época húmeda, precipitación en la época seca, la temperatura del mes más frío y la evapotranspiración real de la época seca; en nuestro caso además de la precipitación, la temperatura estacional y la temperatura mínima del mes más frío se encuentran restringiendo la distribución potencial del género



Bursera, por lo que se observa la relación de la temperatura con la distribución de las especies del género y para las especies de selva baja en la región Mixteca.

Las especies mantienen esta distribución dependiendo de los gradientes ambientales que pueden tolerar en base a las condiciones climáticas que se dan a nivel global, regional y local, a nivel regional esta distribución está dada principalmente por la precipitación, cantidad de luz y temperatura; sin embargo si hablamos a nivel local también puede estar influenciado por los factores edáficos (Godefroid *et al*, 2006; Huston, 1993 en: Rocha-Loredo *et al*, 2010; Hernández-Pérez *et al*, 2011). Estos factores (globales, regionales y locales) determinan la presencia o ausencia de una especie, además de que juegan un papel importante en la caracterización de los procesos climáticos que influyen en la distribución de las especies, es por ello que es importante conocer los sitios óptimos y los rangos ambientales que las limitan (Guitérrez & Trejo, 2014).

En base a lo anterior, los datos de presencia y los modelos nos proporcionaron los rangos ambientales que las especies pueden tolerar, su distribución se da a lo largo de gradientes de precipitación y temperatura que van desde 520.3 mm a 2151 mm (presencias) para los fragmentos de selva baja y de 433.31 mm hasta 1416 mm (modelo) para la Mixteca y respecto a la temperatura oscila entre 16.37 °C a 26.39 °C (presencias) y 18.15 °C hasta los 24.53 °C (modelo); Trejo & Dirzo (2002) reportaron las condiciones ambientales para el bosque tropical seco en México, obteniendo una mínima de 482 mm y una máxima de 1370 mm de precipitación, mientras que para la temperatura esta oscila entre 19 °C a 26.5 °C, se observa que los intervalos proporcionados por el modelo se acercan a los reportados por Trejo & Dirzo (2002), para el caso de los registros de presencia, específicamente para la precipitación fue la variable que difirió más, lo que podría deberse a los sitios muestreados.

Los resultados aquí obtenidos podrían ayudar a complementar la caracterización de las selvas bajas en México, ya que esta caracterización



no solo ayuda a conocer la distribución de las especies, si no que nos sirve como referente para la clasificación de los tipos de vegetación (Trejo & Dirzo; 2010).

La distribución de las especies obedece a una gran cantidad de factores ambientales como el clima, la temperatura, precipitación, el tipo de suelo y la topografía que posee, México es un país que se caracteriza por las grandes cadenas montañosas y que dan como resultado los diferentes tipos de vegetación (Miranda & Hernández, 1963; Trejo, 1999; Thiers & Gerding, 2007), en específico la distribución de las selvas bajas está dada también por estos factores (Borchert, 1994; Markestejin, 2008). La región Mixteca abarca los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla en ella converge la Sierra Madre del Sur (Martínez *et al*, 2006) la cual se caracteriza por las cuencas y relieves que posee (Hernández *et al*, 1994), por lo que la ausencia de especies que presenta la Mixteca oaxaqueña obedecería a estas condiciones topograficas, como se observa en el mapa de diversidad (Figura 6), el estado de Oaxaca presenta alta diversidad, pero esta diversidad es aislada ya que solo está concentrada en algunos municipios, a diferencia del estado de Puebla que para la misma región la distribución de las especies es uniforme.

La gran diversidad que posee la Mixteca permite realizar estudios enfocados a la relación hombre-naturaleza, en este aspecto, en la región se cuenta con estudios etnobotánicos para algunos sitios, Guizar (2011) reporta que es necesario realizar estudios en zonas que abarcan los municipios de Chiautla de Tapia e Ixcamilpa, en Puebla, en dirección hacia los límites de Guerrero, además de los municipios de Tlaxiaco, Silacayoapan y Asunción Nochixtlán en Oaxaca, con la finalidad de generar estudios en áreas agropecuarias y forestales. Con base a lo anterior, los modelos de distribución son una herramienta que permitieron en este estudio, registrar los sitios con mayor diversidad. Los municipios que presentaron la mayor diversidad fueron Acatlán en Puebla en la zona A5 (Figura 13), y en Oaxaca Tepelmeme Villa de Morelos (A5) y Asunción Nochixtlán, este último



municipio reportado anteriormente (Guizar, 2011), se encuentra en la zona con mayor diversidad y presentando los 5 usos. Además se contribuye con conocimiento a los municipios de Chiautla que presenta los cinco usos y 16 especies (B5), Silacayopam alberga 14 especies con los cinco usos (B5) y para el municipio de Ixcamilpa se proponen cinco usos con 19 especies de interés comercial.

Además en este estudio se reportan las zonas que presentan menor diversidad y usos potenciales; como los municipios que se encuentran en la categoría E3 y E1 (Figura 13), Santa María Yolotepec (Oax) fue el municipio que presento una sola especie y un uso, los municipios Atzitzihuacan en Puebla, y para el Oaxaca los municipios Santiago del Rio, San Sebastian Tecomaxtlahuac, Santa Inés de Zaragoza, San Andrés Nuxiño y Santo Domingo Nuxaa albergaron una sola especie con 3 usos, la presencia de pocas especies en esta zona, podría deberse a las tolerancias ambientales que determinan la distribución de las especies de la región Mixteca, lo que nos sugiere la gran importancia que tienen estos sitios y las especies, ya que se observa que una sola especie puede tener más de un uso.

Los modelos de nicho nos permitieron conocer la distribución potencial de las especies que son de interes económico dentro de la Mixteca, determinando características abientales en las que se pueden establecer. Lo anterior resulta importante, debido a que el conocimiento acerca de la distribución de las especies que son utilizadas para el consumo humano, son un factor clave en la conservación de los recursos (Meave, 2012), por lo que es necesario aplicar las herramientas necesarias para su conservación y así evitar que las selvas bajas continuen deteriorandose; Balvanera (2000) menciona que las selvas bajas representan un ecosistema altamente degradado, en México es el tipo de vegetación que más deforestación presenta, ya que 300 mil hectáreas se pierden por año; la gran diversidad que los bosques tropicales secos albergan los coloca como zonas prioritarias para su conservación;



Una solución a este problema depende en gran medida del conocimiento en la variación de las especies dentro de este tipo de vegetación y los sitios en los que se encuentran, aunado a eso, es sumamente importante conocer las necesidades de los dueños de este recurso, ya que si conocemos ambos factores se podría establecer una relación entre ellos para el manejo adecuado de los recursos (Koleff *et al*, 2012).

Las especies que presentaron al menos un uso en la región son propuestas para el aprovechamiento y manejo en los municipios en los que se encontraron, Dávalos (1996), menciona que el aprovechamiento de los bosques conlleva a un enfoque ecológico-económico por lo tanto si los bosques satisfacen nuestras necesidades básicas por medio de los servicios ambientales, el buen manejo de estos, nos proporcionaría ahorros energéticos ambientales y económicos.

En México, los subsidios gubernamentales para el aprovechamiento de los recursos forestales los otorga la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2014), recientemente publicó el Programa Nacional Forestal, en donde contempla la productividad forestal sustentable así como la restauración y conservación de los recursos forestales, aunque no existen programas enfocados específicamente en las selvas bajas, si las incluye dentro del programa. Para lograr lo anterior es necesario conocer los requerimientos de las especies, el uso y manejo que las personas les dan para su aprovechamiento ya que este programa también contempla que este manejo otorgue beneficios económicos, ecológicos y sociales, por lo tanto, entre más se contribuya al conocimiento de las selvas bajas, este tipo de Instituciones podrán tener recursos para el establecimiento de programas que ayuden a la conservación de este importante tipo de vegetación.



CONCLUSIONES

- La distribución de las especies de interés comercial de la Mixteca se destaca en las zonas A5 y B5 por su alta diversidad y usos potenciales que presentan a estas zonas pertenecen 28 municipios del estado de Puebla mientras que para el estado de Oaxaca hay 21 municipios, sin embargo también destacan sitios que presentan menor diversidad como las zonas E3 y E1 que se caracterizan por tener entre uno y tres usos potenciales. a estas zonas pertenecen seis municipios de Oaxca y un municipio de Puebla.
- Las especies *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce*, *Prosopis laevigata* y *Gliricidia sepium* presentan de cuatro a cinco usos y mantienen una distribución potencial amplia (>11.42%) dentro de la región Mixteca.
- Dentro de la región Mixteca de acuerdo con el modelo, las especies mantienen un intervalo de distribución de 18.15 °C hasta los 24.53 °C de temperatura media anual y 433.31 mm hasta 1416 mm de precipitación media anual, estos valores se presentan las selvas bajas en México.
- Los modelos de nicho son herramientas que permitieron realizar este estudio a nivel local y regional para identificar zonas potenciales de aprovechamiento, manejo y conservación de especies que son de importancia comercial.



BIBLIOGRAFÍA

- Arias-Toledo, A.A. Valverde-Valdés, M. T. Reyes-Santiago, J. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Ed. SEMARNAT-Instituto Nacional de Ecología. México, DF. pp. 78.
- Arriaga, L. 2010. Conservación: Sierra Laguna Baja California Sur. En: Ceballos, G. Martínez, L. García, A. Espinoza, E. Bezaury, C. J. Dirzo, R. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas secas del Pacífico mexicano. Fondo de la Cultura Económica, Comisión Nacional para el Fomento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). pp: 393-396.
- Balvanera, P. Islas, A. Aguirre, E. Quijas, S. (2000). Las Selvas Secas. *Fractal* 57: 18-24.
- Blancas, J. Casas, A. Rangel-Landa, S. Moreno-Calles, A. Torres, I. Pérez-Negrón, E. Solís, L. Delgado-Lemus, A. Parra, F. Arellanes, Y. Caballero, J. Cortés, L. Lira, R. Dávila, P. 2010. Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 64 (4): 287-302.
- Bolaños, H.H. 1996. Políticas agrícolas y pobreza rural en la mixteca oaxaqueña. *Comercio exterior* 46: 644-651.
- Borchert, R. 1994. Soil and Stem Water Storage Determine Phenology and Distribution of Tropical Dry Forest Trees. *Ecology* 75(5): 1437-1449.
- Bye, R. 1995. Ethnobotany of the Mexican tropical dry forest. En: Bullock, S. H. Mooney, H. A. Medina, E. Seasonally Dry Tropical Forest. Cambridge University Press. EUA. pp: 423-433.
- Caballero, J. Casas, A. Cortés, L. Mapes, C. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños* 16: 181-195.



- Casas, A. Valiente-Banuet, A. Viveros, J. Caballero, J. Cortés, L. Dávila, P. Lira, R. Rodríguez, I. 2001. Plant Resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55 (1): 129-166.
- Casas, A. Otero-Arnaiz, A. Pérez-Negrón, E. Valiente-Banuet, A. 2007. *In situ* and Domestication of Plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100: 1101-1115.
- Casas-Andreu. G. Méndez De La Cruz, R. F. Camarillo, J. L. 1996. Anfibios y reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, (ns) 69: 1-35.
- CDI. 2006. Comisión Nacional para el Desarrollo de los pueblos Indígenas. “Elementos para el Desarrollo Regional Integral Sustentable de la Mixteca Oaxaqueña”. Unidad de Planeación y Consulta.
- Céspedes, F. E. Moreno, S.E. 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental* 2(2): 5-13.
- Challenger, A. Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: CONABIO. Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. México. pp. 87-108.
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2006. Capital natural y bienestar social. Ed. Redacta. México, DF. pp. 70.
- CONABIO. 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp. 440.
- CONABIO. 2014. Comisión Nacional para el Fomento y Uso de la Biodiversidad. “Selvas secas” capturado el día 2 de julio de 2014 en: www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html
- CONAFOR [Comisión Nacional Forestal]. 2013. Programa Nacional Forestal 2014-2018.



- CONAFOR 2014. Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) capturado el día 18 de agosto de 2014 en: <http://www.conafor.gob.mx/web/apoyos/pronafor/>.
- Contreras, M. R. Luna, V. I. Ríos, M. A. 2010. Distribución de *Taxus globosa* (Taxaceae) en México: Modelos ecológicos de nicho, efectos del cambio del uso de suelo y conservación. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 421-433.
- Dávalos, S. R. 1996. Importancia ecológica-económica del aprovechamiento de los bosques. *Madera y Bosques* 2(2): 3-10.
- Dávila, P. Arizmendi, M. Valiente-Banuet, A. Villaseñor, J. Casas, A. Lira, R. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biological and Conservation* 11: 421-442.
- Dávila, P. Lira, S.R. 2002. La flora útil de dos comunidades indígenas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Coxcatlán y Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. T015. México D. F.
- Elith, J. Graham, C. H. Anderson, R. P. Dudík, M. Ferrier, S. Guisan, A. Hijmans, R. J. Huettmann, F. Leathwick, J. R. Lehmann, A. Li, J. Lohmann, L. G. Loiselle, B. A. Manion, G. Moritz, C. Nakamura, M. Nakazawa, Y. Overton, J. McC. Peterson, A. T. Phillips, S. J. Richardson, K. S. Scachetti-Pereira, R. Schapire, R. E. Soberón, J. Williams, S. Wisz, M. S. Zimmermann, N. E. 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Elith, J. Phillips, S. J. Hastie, T. Dudík, M. Yates, C. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
- Flores-Villela, O. García-Vázquez, U. O. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista mexicana de biodiversidad* 85 (1): 467-475.



- Franklin, F. 2009. Mapping Species Distributions: Spatial inference and prediction. Cambridge University Press. EUA. pp. 318.
- Gaikwad, J. Wilson, P. D. Ranganathan, S. 2011. Ecological niche modeling of customary medicinal plant species used by Australian Aborigines to identify species-rich and culturally valuable areas for conservation. *Ecological Modelling* 222: 3437-3443.
- García, J. A. 2009. Manejo social de la cancerina (HIPPOCRATEA), planta medicinal de la selva baja caducifolia en la cuenca del río Papagayo, Guerrero, México. (Tesis de maestría). Colegio de Posgraduados campus Montecillo. Texcoco, México.
- García-Oliva, F. Jaramillo, J. V. 2011. Impact of Anthropogenic Transformation of Seasonally Dry Tropical Forests on Ecosystem Biogeochemical Processes. En: Dirzo, R. Young, S. H. Mooney, A.H. Ceballos, G. Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation. Island Press. pp: 159-172.
- García-Vázquez, U., Canseco-Márquez, L., Aguilar-López, J. L., Hernández-Jiménez, C. A., Maceda-Cruz, J., Gutiérrez-Mayén, M. G. Melgarejo-Vélez, E. Y. 2006. Análisis de la distribución de la herpetofauna en la región Mixteca de Puebla, México. Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad. *Sociedad Herpetológica Mexicana. Publicaciones Especiales* 3, 152-169.
- GBIF. Global Biodiversity Information Facility. Portal de datos. www.gbif.org. Última consulta: 25. VI. 2014.
- Gelviz-Gelvez, S. M. Pavón, N. P. Illoldi-Rangel, P. 2015. Ecological niche modeling under climate change to select shrubs for ecological restoration in Central Mexico. *Ecological Engineering* 74: 302-309.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic and composition of neotropical dry forest. En: Bullock, S. H. Mooney, H. A. Medina, E. Seasonally Dry Tropical Forest. Cambridge University Press. EUA. pp: 146-190.



- Godefroid, S. Rucquoi, S. Koedam, N. 2006. Spatial variability of summer microclimates and plant species response along transects within clearcuts in a beech forest. *Plant Ecology* 185: 107-121.
- Graham, A. Dilcher, D. 1995. The Cenozoic record of tropical dry forest in northern Latin America and the southern United States. En: Bullock, S. H. Mooney, H. A. Medina, E. Seasonally Dry Tropical Forest. Cambridge University Press. EUA. pp: 124-141.
- Guitérrez, E. Trejo, I. 2014. Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas de bosque templado en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 179-188.
- Guízar, N. E. Mota, C. C. Ortega, P. R. 2005. Vegetación y plantas útiles en la subregión Filo de Tierra Colorada, Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, México. *Revista de Geografía Agrícola* 35: 67-90.
- Guizar, N. E. Granados, S. A. Castañeda, M. A. 2010. Flora y vegetación en la porción sur de la Mixteca poblana. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 16(2): 96-118.
- Hernández, S. J. R. Ortiz, P. M. A. Zamorano, O. J. J. 1994. Regionalización morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, México. *Investigaciones geográficas* 31: 45-67.
- Hernández-Pérez. E. González, E. M. Trejo, I. Bonfil, C. 2011. Distribución del género *Bursera* en el estado de Morelos, México y su relación con el clima. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82 (3): 1-14.
- Hijmans, R. J. Cameron, S. E. Parra, L. J. Jones, P. G. Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 1997. Condiciones generales del medio ambiente en México. En: Estadísticas del medio ambiente.
- INEGI. 2011a. Carta topográfica escala 1: 250 000
- INEGI. 2011b. Usos de suelo y vegetación.
- INEGI. 2014. "Explotación forestal" en:



<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/forestal/default.aspx?tema=E>

- Inventario Nacional Forestal y de Suelos: Informe 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. Edición 2012.
- IUCN 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.3. <<http://www.iucnredlist.org>>. descargado el 9 de Agosto de 2014.
- Koleff, P. Urquiza, H. T. Contreras, B. Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Ecosistemas* 21(1-2): 6-20.
- Londoño-Murcia, M. Sánchez-Cordero, V. 2011. Distribución y conservación de especies amenazadas en Mesoamérica, Chocó y Andes tropicales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82 (3) : 926-950.
- Lott, E. J. Atkinson, T.H. 2006. Mexican and Central American Seasonally Dry Tropical Forest: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a Focal Point for Comparison. En: Pennington, T. Gwilym, P. Ratter, J. A. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. Boca Raton, FL, EUA. pp: 316-331.
- Markesteyn, L. Poorter, L. Yanguas-Fernández, E. 2008. La disponibilidad hídrica estacional y topográfica en un bosque seco y húmedo tropical y la variación en la morfología de las plántulas arbóreas. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 24: 27-42.
- Martínez, J. Altieri, M. Anta, F. S. Caballero, J. J. Hernández, J. J. Noriega, M. 2006. Productiva en la Región Indígena Mixteca de Puebla y Oaxaca. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. BNWPP. México D.F. pp. 93.
- Martínez-Pérez, A. Antonio López, P. Gil Muñoz, A. Cuevas Sánchez, J. A. 2012. Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la Mixteca poblana, México. *Acta Botánica Mexicana* 98: 73-98.
- Meave, J. A. Romero-Romero, M.A. Salas-Morales, S.H, Pérez-García, E.A. Gallardo-Cruz, J.A. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades



para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *Ecosistemas* 21 (1-2): 85–100.

- Merino, P. L. 2004. CONSERVACIÓN O DETERIORO: El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales. Ed. SEMARNAT-Instituto Nacional de Ecología. México, DF. pp. 331.
- Miranda, L. M. 2007. Cambio climático y patrones de precipitación: efecto sobre las comunidades vegetales semiáridas. Tesis Doctoral. Departamento de Ecología, Universidad de Granada. España.
- Miranda, F. y E. Hernández-Xolocotzi. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 23. C.P. SARH. México.
- Morales, S. N. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambiental* 2 (1): 1-5.
- Olivares, P. J. Avilés, N. F. Albarrán, P. B. Rojas, H. S. Castelán, O. O. (2011) Identificación, usos y medición de leguminosas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 739-748.
- Patiño, T. E. 2003. Territorio, pobreza y vida en el estado de Puebla. *Liminar: Estudios Sociales y Humanísticos* 1(2): 43-48.
- Pennington, T. D. Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies. Ed. UNAM, FCE. México, DF. pp. 523.
- Pérez-Negron, E. Casas, A. 2007. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *Journal of Arid Environments* 70: 356-379.
- Phillips, S. J. Dudik, M. Schapire, R. E. 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. *Proceedings of the Twenty First International Conference on Machine Learning*. Pp. 655-662.



- Phillips, S. J. Anderson R. P. Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*, 190: 231-259.
- Planes Regionales de Desarrollo de Oaxaca: Región Mixteca, 2011-2016. Secretaría de Finanzas del Gobierno de Oaxaca.
- Pliscoff, P. Fuentes-Castillo, T. 2011. Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande* 48: 61-79.
- Programa Regional de Desarrollo 2011-2017, Región Mixteca, Gobierno del Estado de Puebla.
- REMIB. Red mundial de información sobre biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Última consulta: 2 de septiembre de 2014. En:http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html
- Reyes, S. J. Brachet, I. C. Pérez, C. J. Gutierrez de la Rosa, A. 2004. Cactáceas y otras plantas nativas de la Cañada, Cuicatlán, Oaxaca. Comisión Federal de Electricidad, Sociedad Mexicana de Cactología, A. C., Instituto de Biología, UNAM, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán, A. C., Instituto de Ecología, A. C., la Comisión Nacional de Áreas Protegidas - Reserva de la Biosfera Tehuacán – Cuicatlán, Fundación Cultural Cuicatlán. A. C. pp. 193.
- Rocha-Loredo. A. Ramírez-Marcial, N. González-Espinosa, M. 2010. Riqueza y Diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la Depresión Central de Chiapas. *Taxonomía y Florística*, pp. 89-103.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta botánica Mexicana*, 14: 3-21.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 1ra. Edición digital. pp. 505.



- Sarukhán, J., Koleff, P. Carabias, J. Soberón, J. Dirzo, R. Llorente-Bousquets, J. Halffter, G. Gonzáles, R. March, I. Mohar, A. Anta, S. De la Maza, J. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. CONABIO, México. pp. 100.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF).
- SIM. Sistema de Información Municipal. (2014). En: <http://www.sim.oaxaca.gob.mx/>
- Stockwell, D. R. Noble, R. I. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 33: 385-390.
- Suárez, A. Williams Linera, G. Trejo, C. Valdez Hernández J. I. Cetina Alcalá V. M. Vibrans, H. 2012. Local knowledge helps select species for forest restoration in tropical dry forest of central Veracruz, México. *Agroforest Syst* 85:35–55.
- Thiers, O. Gerding, V. 2007. Variabilidad topográfica y edáfica en bosques de *Nothofagus betuloides* (Mirb) Blume, en el suroeste de Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 201-211.
- Torres, R. Jayat, J. P. 2010. Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (Cingulata, Artiodactyla y Rodentia) típicas del Chaco en Argentina. *Mastozoología Neotropical* 17(2): 335-352.
- Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas (Mx)* 39: 40-52.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico mexicano. En: Ceballos, G. Martínez, L. García, A. Espinoza, E. Bezaury, C. J. Dirzo, R. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas secas del Pacífico mexicano. Fondo de la Cultura Económica,



Comisión Nacional para el Fomento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). pp: 41-51.

- Trejo, I. Dirzo, R. 2010. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and Conservation* 11: 2048-2063.
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.
- Vedel-Sørensen, M. Tovarante, J. Klit Bøcher, P. Balslev, H. Barfod, S. A. 2013. Spatial distribution and environmental preferences of 10 economically important forest palms in western South America. *Forest Ecology and Management* 307: 284-292.
- Velázquez, A. Mas, J. F. Díaz-Gallegos, J.R. Mayorga-Saucedo, R. Alcántara, P. C. Castro, R. Fernández, T. Bocco, G. Ezcurra, E. Palacio, J. R. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* 62: 21-37.
- Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las magnoliophyta de México. *Interciencia* 28 (3): 160-167.
- Villaseñor, J. L. Tellez, V. O. 2004. Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica. 75(2): 205-220.
- Yanes, G.G. 2011. Regionalización biológica. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp. 72-75.
- Yang, X. Q. Kushwaha, S. P. S. Saran, S. Xu, J. Roy, P. S. 2013. Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal



plant *Justicia adhatoda* L. in lesser Himalayan foothills. *Ecological Engineering* 51: 83–87.



ANEXOS

ANEXO A. **Listado de especies.** Que presentan distribución potencial dentro de la región Mixteca poblana y oaxaqueña.

Especie	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Acacia cochliacantha</i>	Es arbusto o árbol caducifolio de hasta 4 m de alto, con tallo estriguloso.	BC, BCS, CHIS, DGO, JAL, MEX, GRO, MOR, MICH, NAY, OAX, PUE, SIN, SON y VER		Su madera se usa como leña, sus troncos se emplean como horcones y sus hojas y vainas como forraje.
<i>Acacia farnesiana</i>	Arbusto espinoso o árbol pequeño, perennifolio o subcaducifolio, de tallo glabro o hispídulo, de 1 a 2 m de altura la forma arbustiva y de 3 a 10 m la forma arbórea, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 40 cm.	AGS, BC, BCS, CAMP, CHIH, CHIS, COAH, COL, DGO, GRO, GTO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, QRO, QROO, SIN, SON, PUE, SLP, TAB, TAMP, YUC, VER y ZAC.	B encino, B espinoso (perennifolio y caducifolio), BT caducifolio, BT esclerófilo (encinar tropical), BT perennifolio (vs), BT subperennifolio, Matorral xerófilo, sabana secundaria (palmar), vegetación costera.	En la medicina veterinaria, en curtiduría, para cercas y como forraje. Leña y carbón. Tiene combustión lenta y alto contenido calórico.
<i>Alnus acuminata</i>	Árbol o arbusto perennifolio/caducifolio de 10 a 25 m de altura.	CHIS, CHIH, DF, DGO, GRO, GTO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, SIN, SLP, SON, TLAX Y VER.	B Galería, BT subperennifolio, BT caducifolio, B encino, B pino-encino, B mesófilo de montaña	Madera, artesanías, propiedades medicinales.



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Bursera aptera</i>	Es un árbol caducifolio de 2 a 8 m de alto, de corteza exfoliante de color amarillo o beige, que se desprende en láminas papiráceas.	GRO, MOR, OAX y PUE		La goma que secreta el tallo se usa como veneno para perros.
<i>Bursera aloexylon</i>	Es un árbol caducifolio que llega a medir hasta 5 m de alto, presenta un tronco de color rojizo, de corteza lisa no exfoliante.	GRO, OAX y PUE		En muchas regiones del sur de México se extrajo la resina.
<i>Bursera biflora</i>	Es un árbol o arbusto caducifolio de 2 a 5 m de alto, con un tronco de 20 a 30 cm de diámetro de color ámbar con ramas que forman una copa menuda.	OAX y PUE		La resina del tronco y de las ramas es llamada “copal”, cuando se cristaliza se emplea como incienso y es vendida en los mercados locales en día de muertos.
<i>Bursera morelensis</i>	Es un árbol caducifolio que mide de 4 a 13 m de alto, con tronco principal de color rojizo a guinda, de corteza exfoliante que se desprende en láminas papiráceas.	GRO, GTO, HG0, MICH, MOR, PUE, OAX y SLP		



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Bursera schlechtendalii</i>	Es un árbol caducifolio que llega a medir hasta 5 m de alto, su tronco tiene un grosor de 30 cm y generalmente se ramifica desde la base.	Desde TAMS, SLP y JAL hasta Centroamérica incluyendo la península de YUC, alcanzando su mayor desarrollo en OAX		Los retoños de las ramas más jóvenes son utilizados como forraje para el ganado caprino.
<i>Bursera simaruba</i>	Árbol resinoso, caducifolio de 5 a 20 m (hasta 35 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 40 a 80 cm (hasta 1 m).	CAMP, CHIS, GRO, HGO, JAL, MICH, NAY, OAX, PUE, QRO, QROO, SIN, S,L,P, SON, TAB, TAMPS, VER, YUC	BT espinoso (caducifolio), BT esclerófilo (encinar tropical), BT caducifolio. BT subcaducifolio, BT perennifolio, BT subperennifolio, Matorral xerófilo, Sabana secundaria (palmar), Vegetación costera (dunas).	Especie maderable con posibilidades comerciales.
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Árbol pequeño y torcido o arbusto perennifolio (caducifolio en bosques secos), de 3 a 7 m (hasta 15 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 30 cm.	CAMP, CHIS, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QROO, SIN, SLP, TAMPS, VER, YUC	B encino, B pino, B pino-encino, B mesófilo de montaña, BT caducifolio (vs), BT perennifolio, BT subperennifolio, BT subcaducifolio (vs), Matorral xerófilo, Pastizal semidesértico, Vegetación costera (dunas).	La cáscara del fruto produce un tinte de color castaño claro que se usa para pigmentar tejidos de algodón (Guatemala). Leña y carbón.



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Capparis incana</i>	Es un árbol o arbusto de 3 a 4 m de alto, de ramas menudas, tomentulosas, con pelos grises o amarillentos.	Sur de México y Guatemala, En matorrales xerófilos de 200 a 660 msnm		Las ramas con hojas se utilizan para hacer "limpias" y el tronco para horcones.
<i>Ceiba parvifolia</i>	Es un árbol caducifolio de hasta 10 m de alto, con tronco generalmente recubierto por corcho a manera de protuberancias y ramas ornamentadas con espinas.	GRO, MOR, PUE, OAX, TAB y YUC		Artesanías, doméstico.
<i>Crescentia alata</i>	Árbol o arbusto caducifolio de 4 a 8 m (hasta 18 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 30 cm; algunos ejemplares llegan a los 60 cm.	BC, BCS, CAMP, COL, CHIS, CHIH, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, VER, YUC	B pino-encino. B espinoso (caducifolio). BT caducifolio (vs). BT subcaducifolio. BT subperennifolio. Pastizal del tipo de la sabana. Sabana.	Alimento para el ganado vacuno. Las hojas presentan un bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de fibra.
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Árbol grande y llamativo, caducifolio, de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 3 m.	CAMP, CHIS, COL, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAMPS, VER, YUC	B galería, BT caducifolio, BT perennifolio (vs), BT subcaducifolio (vs), BT perennifolio.	Especie maderable de importancia artesanal. Se elaboran juguetes y artículos torneados. Carbón.



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Árbol o arbusto caducifolio, de 3 a 6 m (hasta 9 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 15 cm o más	COL, CHIS, CHIH, COAH, DF, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, QRO, SLP, TAMPS, TLAX, VER, ZAC	B encino, B pino-encino, B espinoso (caducifolio), B mesófilo de montaña, BT caducifolio, BT perennifolio, Matorral xerófilo.	Especie muy usada para leña. Buenas características energéticas.
<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol, arbusto caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 20) m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 cm, normalmente más pequeño (30).	CAMP, COL, CHIS, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, PUE, QROO, SLP, SIN, TAMPS, VER, YUC	B encino, B galería, B pino-encino, BT caducifolio (matorrales secundarios) BT perennifolio, BT subcaducifolio.	Leña, carbón. Produce leña de excelente calidad. Hace buen fuego, arde con poco humo y tiene un valor calorífico de 4,900 kcal/kg.
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Árbol mediano o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 25 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 40 cm (hasta 80 cm), normalmente de menor talla (8 m). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico.	CAMP, COL, CHIS, CHIH, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, VER, YUC	B galería, B pino-encino, B espinoso (matorral espinoso secundario, seco y húmedo) B mesófilo de montaña (partes bajas), BT caducifolio, BT esclerófilo (encinar tropical), BT perennifolio (vs), BT subcaducifolio, BT subperennifolio, Manglar, Sabana secundaria (palmar), Vegetación sabanoide o pastizales.	El fruto verde mucilaginoso es dulce y se come crudo, molido o seco; los niños los comen como golosina. Con las semillas y frutos maduros se preparan tortillas, atole y pinole. Se puede preparar una bebida machacando el fruto en el agua. Flor comestible.



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Inga vera</i>	Árbol perennifolio o caducifolio, de 5 a 12 m (hasta 20 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 cm (en ocasiones hasta 1 m).	CAMP, COL, CHIS, CHIH, GTO, GRO, HGO, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, TAB, TAMPS, VER	B encino, B galería, BT caducifolio, BT perennifolio, BT subcaducifolio, Matorral xerófilo.	Es un combustible excelente. La madera es moderadamente pesada (peso específico 0.57). Se utiliza como leña y para hacer carbón. Madera en rollo. Valiosa por su madera pesada. Aprobada para su posible utilización en zapatas para el sistema del Metro. Postes, muebles rústicos, embalajes, carpintería en general.
<i>Leucaena leucocephala</i>	Árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm.	BCS, CAMP, CHIS, COAH, COL, DGO, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, VER, YUC	B galería, BT caducifolio, BT perennifolio (vs), BT subcaducifolio (vs), Vegetación costera (dunas), excepto a orillas de manglar.	Aceites esenciales aromáticos. Leña y carbón de excelente calidad. Tiene un alto poder calorífico: 4200-4600 kcal/kg., y una gravedad específica de 0.54 a 0.74.
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Árbol (sub)caducifolio de 20 a 40 m (hasta 60 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 42 cm (algunos individuos llegan a tener 1.5 m). En cultivo de 15 a 20 m de altura.	CHIS, DF, HGO, MICH, MOR, N,L, OAX, PUE, SLP, TAMPS, VER	B pino, B encino, B pino-encino, B mesófilo de montaña, BT caducifolio.	Se emplea en la elaboración de artesanías, artículos torneados e instrumentos musicales. La madera pesada y dura es fácil de trabajar con máquinas y herramientas de carpintería.



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Parkinsonia praecox</i>	Es un árbol caducifolio de hasta 7 m de alto, con tronco rugoso y corteza brillante, de color verde.	Desde BC y SON hasta PUE y OAX		Se utiliza como apoyo para el cultivo de pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>). También se obtiene una larva conocida como "cuchama" en Zapotitlán Salinas, su madera se emplea para horcones y como leña.
<i>Pithecellobium dulce</i>	Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 80 cm (hasta 1 m), con ramas provistas de espinas.	BC, CAMP, COL, CHIS, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAMP, VER, YUC, ZAC	B encino, B espinoso, BT caducifolio, BT perennifolio, BT subcaducifolio, BT subperennifolio, Sabana secundaria (palmar), vegetación costera.	Construcción rural. Las vainas, ramillas y hojas se usan como forraje en época de secas El residuo de la semilla (una vez extraído el aceite) es rico en proteínas (30 %).
<i>Plocosperma buxifolium</i>	Es un arbusto o árbol caducifolio que mide de 2 a 5 m de alto, con tallos glabros en la época de sequía, dando apariencia de una planta muerta.	México y Guatemala		Los tallos secos se utilizan como leña.
<i>Plumeria rubra</i>	Es un arbusto o árbol caducifolio que mide de 2 a 8 m de alto, con corteza brillante y escamosa, de color gris plomo y verde en sitios recién descamados.	BC y SON hasta CHIS, incluyendo la cuenca del río Balsas: en el golfo, en TAMS, PUE, VER, OAX, CAMP y YUC; zonas secas de SLP, HGO y QRO	BT subperennifolio. BT caducifolio. BT subcaducifolio.	Ornamental y doméstico



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Prosopis laevigata</i>	Es un árbol que mide hasta 13 m de alto, con tronco leñoso.	Desde MICH hasta OAX y CHIS en el pacífico: TAMS y VER en el Golfo		Debido a la naturaleza de su madera se utiliza para murillos, horcones o postes de cercos, a veces para fabricar carbón y como leña para hornos.
<i>Psidium guajava</i>	Árbol o arbusto perennifolio o caducifolio, de 3 a 10 m (hasta 20 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 60 cm.	CAMP, COL, CHIH, CHIS, DF, DGO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QROO, SLP, SON, TAB, TAMPS, VER, YUC	Bosque de encino. Bosque mesófilo de montaña. Bosque tropical caducifolio (vs). Bosque tropical esclerófilo (encinar tropical). Bosque tropical subperennifolio. Sabana secundaria (palmar). Vegetación sabanoide o pastizales.	Madera muy compacta, se utiliza en carpintería y torneado. El fruto se consume fresco o en conservas (jaleas, mermeladas, miel) y jugos, en vinos y bebidas refrescantes. El principal mercado de esta fruta es vendiéndola como fruta fresca y como jalea y pasta.
<i>Salix bonplandiana</i>	Árbol perennifolio o caducifolio, de 6 a 10 m (hasta 15 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 80 cm.	BCS, CHIS, CHIH, COAH, DF, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, SLP, SIN, SON, TLAX, VER, ZAC	B pino, B encino, B galería, B pino-encino, BT caducifolio.	Forraje
<i>Salix humboldtiana</i>	Árbol perennifolio o caducifolio de 5 a 12 m (hasta 25 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 60 cm.	CAMP, CHIS, DGO, JAL, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, S,L,P, TAB, TAMPS, VER	B galería, B pino-encino, B encino, BT subperennifolio, B mesófilo de montaña, BT subcaducifolio, BT caducifolio.	Las ramas delgadas y flexibles se utilizan para hacer canastos. Leña y carbón.



Espece	Descripción	Distribución	Vegetación	Usos
<i>Senna atomaria</i>	Es un árbol o arbusto caducifolio de 3 a 10 m de alto, con tronco duro y ramas que forman una copa densa.	México y Centroamérica		La madera se utiliza para horcones y como leña
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Es un árbol caducifolio de 4 a 6 m de alto con ramas que forman una copa abierta.	En la vertiente del Pacífico, SON, SIN, NAY, JAL, MICH, OAX, PUE y CHIS		Ornamental, usado en parques y jardines
<i>Tecoma stans</i>	Árbol pequeño o arbusto bajo, perennifolio o caducifolio, de 1 a 10 m (hasta 20 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm.	AGS, BC, BCS, CAMP, CHIS, CHIH, COAH, COL, DF, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC	B encino. B pino. B pino-encino. B mesófilo de montaña. BT caducifolio. BT subcaducifolio. BT perennifolio. BT subperennifolio. Matorral xerófilo (matorral submontano, matorral crassicaule). Pastizal semidesértico. Vegetación costera (dunas).	Leña, Construcción rural, Pulpa para papel, Artículos torneados y carpintería. Las ramas se usan para hacer cacaxtles (guacales), la madera para muebles, canoas y arcos.
<i>Trema micrantha</i>	Árbol perennifolio, de 5 a 13 m (hasta 30 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de 6 a 20 cm (hasta 70 cm).	CAMP, COL, CHIS, GRO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, VER, YUC	B encino (vs), B pino-encino (vs), B mesófilo de montaña (escaso), BT caducifolio, BT perennifolio, BT subcaducifolio, BT subperennifolio.	Leña y carbón para pólvora, construcción rural.



ANEXO B. Caracterización ambiental de especies de selva baja de la región Mixteca.

Se muestran los promedios, mínimos y máximos con los datos de presencias, utilizando las 19 variables bioclimáticas y la altitud.

VARIABLE	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
<i>Especie</i>	<i>P r o m e d i o</i>									
<i>A. cochliacantha</i>	24.04	13.46	6.88	16.75	33.54	14.02	19.52	25.09	22.39	25.96
<i>A. farnesiana</i>	23.25	13.27	6.82	16.52	32.67	13.37	19.3	24.36	21.71	25.12
<i>A. acuminata</i>	16.37	13.37	6.97	14.44	25.79	6.67	19.12	17.04	15.15	18.09
<i>B. aloexylon</i>	23.13	16.31	6.72	20.32	34.91	10.83	24.08	24.18	20.76	25.57
<i>B. aptera</i>	21.63	15.23	6.67	20.44	32.68	10.06	22.62	22.79	19.49	24.06
<i>B. biflora</i>	18.75	15.33	6.8	18.95	29.62	7.23	22.39	20.16	16.45	20.96
<i>B. morelensis</i>	21.99	15.27	6.7	19.89	33.05	10.45	22.6	23.09	19.86	24.38
<i>B. schlechtendalii</i>	22.8	13.94	6.84	17.27	32.7	12.41	20.3	23.8	21.04	24.84
<i>B. simaruba</i>	25.18	12.11	7.01	15.13	33.5	16.26	17.25	26.25	23.73	26.8
<i>B. crassifolia</i>	23.38	13.61	7.04	14.81	32.65	13.41	19.24	24.3	21.89	25.05
<i>C. incana</i>	25.22	12.67	6.93	15.39	34.1	15.91	18.19	26.15	23.81	26.96
<i>C. parvifolia</i>	23.39	14.14	7.01	16.25	33.16	12.96	20.19	24.4	21.58	25.26
<i>C. alata</i>	26.39	11.57	6.77	15.06	34.78	17.8	16.98	27.33	25.2	28.08
<i>E. cyclocarpum</i>	24.68	12.5	6.82	16.65	33.7	15.4	18.3	25.67	23.63	26.57
<i>E. polystachya</i>	18.58	15.28	6.95	16.64	29.19	7.34	21.85	19.6	16.56	20.53
<i>G. sepium</i>	24.94	12.96	7.03	14.79	33.88	15.53	18.35	25.86	23.59	26.63
<i>G. ulmifolia</i>	23.61	13.06	7.08	14.85	32.56	14.1	18.46	24.54	22.15	25.29
<i>I. vera</i>	23.58	12.34	6.84	16.03	32.35	14.36	18	24.62	22.36	25.37
<i>L. leucocephala</i>	23.09	13.53	6.83	18.09	32.73	12.92	19.8	24.31	21.2	25.14
<i>L. styraciflua</i>	18.76	12.41	6.44	19.13	28.12	9.03	19.09	19.85	17.42	20.95
<i>P. praecox</i>	20.49	15.2	6.77	19.4	31.39	9.09	22.3	21.88	18.25	22.77
<i>P. dulce</i>	24.68	13.47	7.09	14.81	33.85	14.86	18.99	25.64	23	26.35
<i>P. buxifolium</i>	22.76	14.52	6.49	21.25	33.67	11.5	22.18	23.79	20.9	25.35
<i>P. rubra</i>	22.34	13.96	6.96	15.98	32.06	12.07	19.99	23.25	20.74	24.21
<i>P. laevigata</i>	21.64	14.43	6.81	17.6	31.94	10.89	21.05	22.81	19.54	23.73
<i>P. guajava</i>	22.03	12.97	6.76	16.57	31.32	12.24	19.08	22.96	20.45	23.91
<i>S. bonplandiana</i>	17.1	14.81	7.26	12.77	26.94	6.61	20.33	17.79	15.5	18.6
<i>S. humboldtiana</i>	22.49	13.81	6.9	15.91	32.22	12.36	19.86	23.38	21.2	24.33
<i>S. atomaria</i>	24.67	12.91	7.13	14.06	33.45	15.35	18.1	25.52	23.43	26.29
<i>T. impetiginosa</i>	25.48	12.3	6.87	15.52	34.17	16.36	17.81	26.46	24.11	27.22
<i>T. stans</i>	20.02	15.38	7.12	15.87	30.43	8.87	21.57	21.08	18.07	21.87
<i>T. micrantha</i>	20.53	12.75	6.8	15.69	29.67	11.05	18.62	21.42	19.42	22.35



VARIABLE	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	ALT
<i>Especie</i>	<i>P r o m e d i o</i>									
<i>A. cochliacantha</i>	21.68	74.29	17.46	0.38	10.27	43.26	1.49	24.69	1.84	712.25
<i>A. farnesiana</i>	20.91	83.05	19.5	0.59	10.12	47.1	2.16	27.33	2.9	837
<i>A. acuminata</i>	14.36	150.13	31.07	2.14	8.68	80.88	7.44	36.19	10.78	1972.91
<i>B. aloexylon</i>	20.29	83.9	18.16	0.41	9.85	48.25	1.8	25.98	2.91	1169.72
<i>B. aptera</i>	18.77	60.95	13.29	0.55	9.45	32.97	2.08	20.35	2.76	1225.63
<i>B. biflora</i>	16.08	56.47	12.81	0.44	9.37	29.57	1.71	20.69	2.28	1651.34
<i>B. morelensis</i>	19.21	61.87	13.51	0.41	9.58	34.38	1.6	20.19	2.24	1201.26
<i>B. schlechtendalii</i>	20.38	69.09	15.81	0.36	10.05	40.08	1.42	21.51	1.89	951.05
<i>Bu. simaruba</i>	23.04	123.97	26.78	1.61	9.86	68.72	5.43	39.66	6.68	346.88
<i>B. crassifolia</i>	21.31	138.02	29.02	1.46	9.61	75.88	5.3	41.13	7.11	725.86
<i>C. incana</i>	23.04	77.11	18.57	0.31	10.71	45.69	1.23	23.84	1.78	486.26
<i>C. parvifolia</i>	21.09	68.62	15.8	0.29	10.17	39.6	1.17	23.74	1.54	877.73
<i>C. alata</i>	24.27	86.77	21.44	0.24	11.05	53.05	1.03	26.34	1.34	277.52
<i>E. cyclocarpum</i>	22.36	128.15	27.98	1.46	9.67	73.36	4.87	37.25	6.21	448.52
<i>E. polystachya</i>	16.22	73.62	16.31	0.5	9.37	40.25	2.03	24.91	2.81	1714.05
<i>G. sepium</i>	22.88	102.76	23.38	0.76	10.31	58.89	2.85	33	3.76	535.74
<i>G. ulmifolia</i>	21.55	114.15	24.05	1.4	9.64	63.52	4.84	38.55	6.01	668.67
<i>I. vera</i>	21.33	147.93	31	2.04	9.27	80.53	6.97	41.88	9.43	621.43
<i>L. leucocephala</i>	20.55	95.14	20.2	1.23	9.46	51.69	4.22	33	4.95	780.5
<i>L. styraciflua</i>	16.08	215.14	42.21	4.16	7.96	113.59	13.64	54.64	19.61	1231.5
<i>P. praecox</i>	17.78	52.03	12.04	0.33	9.53	27.8	1.37	19.22	1.69	1387
<i>P. dulce</i>	22.6	67.67	16.53	0.21	10.47	39.86	0.96	25.64	1.17	1263
<i>P. buxifolium</i>	19.8	61.1	13.07	0.56	9.51	34.11	2.03	18.23	2.79	986.36
<i>P. rubra</i>	20.1	86.04	19.21	0.56	9.89	49.03	2.15	27.62	3.36	1002.46
<i>P. laevigata</i>	19.15	63.91	14.67	0.33	9.78	35.6	1.4	22.35	1.71	1175.06
<i>P. guajava</i>	19.68	116.47	24.44	1.27	9.64	65.27	4.41	33.83	5.93	977.72
<i>S. bonplandiana</i>	15.3	106.74	22.07	0.71	9.36	59.77	3.03	30.82	3.84	2002.8
<i>S. humboldtiana</i>	20.25	121.8	25.85	1.3	9.57	66.9	5.45	33.64	7.84	1144.72
<i>S. atomaria</i>	22.73	78.05	18.26	0.36	10.31	46.08	1.45	27.63	2.03	531
<i>T. impetiginosa</i>	23.27	81.55	19.57	0.28	10.76	48.94	1.16	25	1.53	498.71
<i>T. stans</i>	17.79	71.96	16.09	0.48	9.53	39.59	1.94	26.51	2.51	1478.54
<i>T. micrantha</i>	18.35	157.18	31.73	2.26	8.84	85.15	7.93	39.83	11.62	1143.46



VARIABLE	B1		B2		B3		B4		B5	
Espece	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
<i>A. cochliacantha</i>	14.9	27.7	9.5	17.7	5.6	8.4	6.54	26.61	26.2	38.1
<i>A. farnesiana</i>	14.7	27.6	9.6	17.6	5.5	8.2	6.68	32.79	24.2	36
<i>A. acuminata</i>	8.3	24.9	10.8	18.2	5.8	8	5.21	26.48	15.8	35.5
<i>B. aloexylon</i>	14.8	25.8	10.1	17.8	5.6	7.6	7.74	23.61	24.8	38.2
<i>B. aptera</i>	11.6	25.1	11	17.8	5.6	7.5	10.8	28.43	22	38
<i>B. biflora</i>	14.4	25.1	12.3	16.9	5.8	7.3	12.3	29.75	24.4	36
<i>B. morelensis</i>	14.4	25.1	13.3	17.8	6.1	7.4	12.8	24.5	25.1	37.8
<i>B. schlechtendalii</i>	12.4	27.9	9.5	17.9	6.1	8.4	5.75	24.5	19.8	38.1
<i>B. simaruba</i>	14.1	27.6	9.5	16.3	5.4	8.5	5.54	32.97	25.1	35.6
<i>B. crassifolia</i>	15.9	28	10.3	16.7	5.6	8.5	6.18	27.2	27.5	37.3
<i>C. incana</i>	15.8	27.9	9.6	18.3	6.1	8.4	6.1	24.16	26.6	38.6
<i>C. parvifolia</i>	15.4	27.6	11.4	17.3	6.3	8.4	6.18	22.56	25.4	37.2
<i>C. alata</i>	20.5	27.7	9.5	18.3	6.1	7.8	10.1	21.51	31.4	38.6
<i>E. cyclocarpum</i>	15.9	27.6	9.8	16	5.5	8.4	6.5	32.56	25.4	36.7
<i>E. polystachya</i>	14.2	27.4	11.1	18.3	6.2	7.6	7.74	23.37	23.3	38.6
<i>G. sepium</i>	14.7	27.9	9.5	17.7	5.6	8.5	5.79	28.57	25	38.5
<i>G. ulmifolia</i>	15.7	27.9	9.5	17.4	5.6	8.4	6.14	29.44	24.7	37.1
<i>I. vera</i>	12.4	27.5	9.6	17	5.5	8.2	6.58	32.79	19.8	36.5
<i>L. leucocephala</i>	15.5	27.7	10.2	17.4	5.4	8.4	5.97	32.86	25.2	35.8
<i>L. styraciflua</i>	13	25.1	10.2	17.7	5.4	7.4	10.4	32.65	21.4	33.5
<i>P. praecox</i>	15.5	27.1	10.1	17.1	6.2	7	16.4	23.3	26.7	36.8
<i>P. dulce</i>	16.9	27.7	9.7	17.3	6.1	8.5	5.17	24.34	28	35.9
<i>P. buxifolium</i>	16	25.2	10.9	15.9	5.9	6.8	16.9	23.89	27.1	35.8
<i>P. rubra</i>	15.1	27.6	9.6	17.6	5.6	8.4	6.1	23.79	24.7	37.2
<i>P. laevigata</i>	13.5	27.6	9.9	17.5	6.1	7.9	9.94	23.98	24.6	36.8
<i>P. guajava</i>	11.8	27.7	10.1	18.1	5.4	7.8	7.74	32.28	21.1	36.2
<i>S. bonplandiana</i>	12.5	21.8	11.2	18.1	6.7	8	5.37	19.47	22	31.8
<i>S. humboldtiana</i>	14.7	27.5	9.8	17.5	5.9	8.1	6.68	24.03	24.2	35.9
<i>S. atomaria</i>	15	27.7	9.5	17.6	6.1	8.6	4.79	23.83	23	35.8
<i>T. impetiginosa</i>	16.7	27.7	9.5	17.3	6.1	8.4	6.3	23.8	27.4	36.2
<i>T. stans</i>	14.4	27.5	9.5	18.3	6.1	8.4	5.99	24.45	25.5	38.6
<i>T. micrantha</i>	12.5	27.3	10.2	17.6	5.6	8.3	6.68	29.59	21.7	36.8



VARIABLE	B6		B7		B8		B9		B10	
Espece	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
<i>A. cochliacantha</i>	2.8	20.1	14.7	26.2	16.3	28.8	12.6	27.4	16.7	29.2
<i>A. farnesiana</i>	2.7	20.1	14.7	25	15.6	28.8	12.1	27.3	16.6	29.2
<i>A. acuminata</i>	-0.8	13.5	14.4	24.5	8	25.4	7.5	23.8	9.2	26.7
<i>B. aloexylon</i>	4.3	17	15.9	26.3	15.6	27.8	14.4	23.2	16.8	28.4
<i>B. aptera</i>	1.1	13.9	19.1	26.3	12.4	26.7	9.4	22.5	13.5	28.1
<i>B. biflora</i>	2.6	14	18.1	24.2	15.2	26.7	12.1	22.9	16.4	28.2
<i>B. morelensis</i>	3.2	13.9	19.3	26.2	14.9	26.7	12.3	22.7	16	28.1
<i>B. schlechtendalii</i>	1.8	20	14.3	26.2	12.5	28.7	11.7	27.7	13.3	29
<i>B. simaruba</i>	3	20.1	14.7	23.3	14.7	28.5	12	27.4	15.7	29.1
<i>B. crassifolia</i>	3.4	18.8	16	24.1	16.9	28.6	13.4	27.9	18	29.2
<i>C. incana</i>	3.7	19.9	14.8	27.1	16.9	28.8	13.3	27.7	17.9	29.2
<i>C. parvifolia</i>	2.8	19.6	15.4	25.5	16.6	28.6	12.9	26.7	17.6	28.9
<i>C. alata</i>	8.9	20	14.8	27.1	21.7	28.8	18.2	27.3	22.6	29.2
<i>E. cyclocarpum</i>	5.4	20.1	14.7	22.9	16.7	28.7	14.6	27.3	17.9	29.1
<i>E. polystachya</i>	2.7	19.1	15.5	27.1	14.5	28.3	12	25.9	15.8	28.9
<i>G. sepium</i>	3.8	20	14.8	26.6	14.9	28.7	13.2	27.3	16	29
<i>G. ulmifolia</i>	6.9	20.1	14.8	25.4	16	28.7	14.8	27.7	17.3	29.1
<i>I. vera</i>	3.7	19.2	14.4	23.4	12.5	28.2	11.7	27.1	13.3	28.6
<i>L. leucocephala</i>	3.5	20.2	14.6	24.8	16.7	28.8	13.1	27.4	17.5	29.1
<i>L. styraciflua</i>	4.1	17.1	16.1	23.8	13	26.9	12.4	25	14.3	27.3
<i>P. praecox</i>	3.7	19.4	15.7	25.4	17	28	13.2	25.4	17.5	28.9
<i>P. dulce</i>	4.7	20	14.9	25	18.1	28.5	14.3	27.4	19.1	29.2
<i>P. buxifolium</i>	4.6	16.4	18.3	23.3	16.8	26.5	14.9	24.8	18	27.9
<i>P. rubra</i>	2.8	20	14.8	25.5	15.7	28.7	12.7	27.3	17.1	29
<i>P. laevigata</i>	2.5	20.1	14.7	25.4	14.3	28.7	11.4	27.4	15.2	29
<i>P. guajava</i>	3	20	14.9	25.2	12	28.8	11.3	27.3	13.2	29.1
<i>S. bonplandiana</i>	1.3	12.6	14.8	24.7	12.8	22.5	11	20.6	14	23.5
<i>S. humboldtiana</i>	3.8	20	14.9	25	14.9	28.3	13.2	27.3	16	29
<i>S. atomaria</i>	3.8	20.3	14.5	24	15.7	28.7	14.2	27.4	16.8	29
<i>T. impetiginosa</i>	5	20.1	14.6	25	18.4	28.8	14.2	27.4	18.7	29.1
<i>T. stans</i>	2.6	19.9	14.8	27.1	15.4	28.5	12.1	27.2	16.3	29
<i>T. micrantha</i>	3.5	18.9	15.3	23.9	12.8	28	12	27.2	14	28.4



VARIABLE	B11		B12		B13		B14		B15	
Espece	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
<i>A. cochliacantha</i>	12.5	26.6	30.8	233.4	7.3	45.4	0	4.7	7.9	11.8
<i>A. farnesiana</i>	12.1	26.4	33.4	241.8	7.7	49.1	0	6.1	4.8	11.6
<i>A. acuminata</i>	7.5	23	56.8	325.3	13.3	60.9	0.2	6.6	7	10.9
<i>B. aloexylon</i>	12.5	22.8	49.3	207.3	10.1	47.2	0.1	2.6	8.7	10.9
<i>B. aptera</i>	9.3	22.3	33.5	294.9	7.7	50.2	0.1	10.4	4.8	10.8
<i>B. biflora</i>	12	21.8	34.5	228.6	7.9	44.7	0.2	4.2	7.9	10.3
<i>B. morelensis</i>	12.3	22	31.1	137	7.3	27.2	0.1	2	7.8	10.9
<i>B. schlechtendalii</i>	10.6	26.7	27.9	152.1	6.9	33.7	0	2.4	8.2	11.7
<i>B. simaruba</i>	11.9	26.9	40.7	402.7	8.8	81	0	11.1	4.6	11.8
<i>B. crassifolia</i>	13.3	26.6	45.9	381.7	11.1	69.6	0	9.4	6.4	11.6
<i>C. incana</i>	13.1	26.7	32.5	377.8	7.5	59.6	0	9	5.7	11.6
<i>C. parvifolia</i>	12.8	26.7	39.4	115.5	8.5	23.7	0	2.1	8.7	11.6
<i>C. alata</i>	18	26.1	49.3	102.9	11.9	25.2	0	0.7	9.5	11.6
<i>E. cyclocarpum</i>	13.4	26.6	33.9	326.1	7.8	69.3	0.1	5.9	7	11.4
<i>E. polystachya</i>	11.9	25.4	32.1	158.8	7.6	31.5	0	1.9	7.9	11.7
<i>G. sepium</i>	13.2	26.6	35.6	397	8	79	0	10.1	6	11.6
<i>G. ulmifolia</i>	14	26.7	42.5	356.7	9	70	0	10.9	5.6	11.6
<i>I. vera</i>	11.6	26.4	44.6	399.1	9.6	80.8	0	8.6	4.6	11.5
<i>L. leucocephala</i>	13	26.8	43.7	299.3	9.4	59.3	0	6.8	4.8	11.5
<i>L. styraciflua</i>	11.6	22.7	109	327.7	22.5	65.2	0.7	6.7	6.2	9.8
<i>P. praecox</i>	13.1	24.7	30.5	88.5	7.3	21.3	0.1	1	8.7	11.1
<i>P. dulce</i>	14.1	26.9	41.1	103.2	9.2	25.8	0	0.5	9.1	11.8
<i>P. buxifolium</i>	13.6	21.9	28.6	293.9	7	62.7	0.1	5.9	8.1	10.3
<i>P. rubra</i>	12.6	26.7	32.1	296.5	7.5	63.6	0.1	5.9	6.9	11.6
<i>P. laevigata</i>	11.2	26.2	40.7	112	8.7	26.3	0	1	8.2	11.5
<i>P. guajava</i>	10.2	25.7	52.2	327.7	11.4	65.2	0.1	7.7	6.7	11.7
<i>S. bonplandiana</i>	10.7	20.1	47	193.7	11.1	35.7	0.2	2.5	8.2	10.5
<i>S. humboldtiana</i>	13.2	26.4	46.2	335.5	11.3	64.6	0.1	7	6.6	11.3
<i>S. atomaria</i>	12.9	26.6	40.9	172.1	9.5	35.6	0	3.2	8.4	11.6
<i>T. impetiginosa</i>	14.1	26.5	46.7	112.1	10.6	24.6	0	1.3	8.6	11.8
<i>T. stans</i>	12	26.6	32.5	164.4	7.5	30.7	0.1	2.5	7.9	11.5
<i>T. micrantha</i>	10.8	26.1	47.4	383.6	10.9	75.9	0	9.4	5.3	11.5



VARIABLE	B16		B17		B18		B19		ALT	
Especie	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
<i>A. cochliacantha</i>	16.5	124.8	0.1	15.9	11.7	90.2	0.1	16.3	5	2450
<i>A. farnesiana</i>	17.8	111.5	0.2	20.8	12.2	69.2	0.2	24.4	5	2460
<i>A. acuminata</i>	28	165.4	0.8	22	13.4	97	1.3	30.5	645	3455
<i>B. aloexylon</i>	28.1	120.4	0.6	8.2	15.2	50.8	0.6	11.4	32	2181
<i>B. aptera</i>	18.4	139	0.8	33.3	12.2	98	0.8	36.3	159	2735
<i>B. biflora</i>	19.3	122.5	0.7	13.5	10	91	1	20.6	530	2438
<i>B. morelensis</i>	17.4	73.2	0.5	6.7	11.1	32	0.5	13	532	2633
<i>B. schlechtendalii</i>	15.3	89.9	0.2	7.6	8.2	48.4	0.2	13	9	2738
<i>B. simaruba</i>	22.7	206.1	0.1	37.7	13.8	111.5	0.1	40.7	6	2470
<i>B. crassifolia</i>	23	192	0.4	31.1	18.4	114.8	0.4	37.1	13	2052
<i>C. incana</i>	18.2	164.1	0.2	34.2	11.5	68.4	0.2	59.3	30	2289
<i>C. parvifolia</i>	22	67.4	0.2	6.5	13.3	51.6	0.2	7.6	10	2159
<i>C. alata</i>	32.3	63.4	0.2	2.4	15.8	30.1	0.2	3	8	1513
<i>E. cyclocarpum</i>	19.1	178.4	0.5	18.9	12	78.3	0.7	23.2	6	2263
<i>E. polystachya</i>	16.9	89.4	0.3	6.2	12.2	51.3	0.3	13	83	2480
<i>G. sepium</i>	19.9	205.7	0.3	31.9	12.3	97.7	0.3	34.9	6	2735
<i>G. ulmifolia</i>	23.3	174.4	0.1	35.2	14.1	121.6	0.1	38.4	8	1807
<i>I. vera</i>	25	206.9	0.2	26.2	14.8	103.8	0.2	34.6	9	2650
<i>L. leucocephala</i>	21.8	151.3	0.1	23.4	14.4	95.3	0.1	25.8	5	2180
<i>L. styraciflua</i>	54.6	168.8	3.1	21.2	25.6	108.4	3.8	32.2	126	2525
<i>P. praecox</i>	16.5	50.4	0.5	3.4	11.4	28.9	0.5	5.7	75	2248
<i>P. dulce</i>	25.5	63.5	0.2	1.9	13.8	58	0.2	2.5	6	1916
<i>P. buxifolium</i>	15.5	158.4	0.5	18	10.9	64.7	0.7	22.7	139	2009
<i>P. rubra</i>	17.4	159.8	0.3	18.1	11.5	65.4	0.4	32.7	6	2363
<i>P. laevigata</i>	21.8	66.1	0.3	3.4	13.6	45.3	0.3	5.7	9	2510
<i>P. guajava</i>	29.2	168.8	0.3	26.2	15.8	105.1	0.3	28.8	8	2731
<i>S. bonplandiana</i>	23.6	102	1	9.6	16.7	40.7	1.4	18.3	954	2803
<i>S. humboldtiana</i>	29	163.9	0.6	26	15.8	64.4	0.8	45.7	8	2735
<i>S. atomaria</i>	25.8	94.9	0.2	10	13.6	51.5	0.2	14.3	3	2461
<i>T. impetiginosa</i>	22.9	67.4	0.2	4.7	15.4	42.8	0.2	8.2	7	2098
<i>T. stans</i>	18.2	85.5	0.5	9.3	11.5	51.4	0.8	10.6	9	2454
<i>T. micrantha</i>	23.7	204.9	0.2	30	10	101.8	0.2	47	10	2847



ANEXO C. **Municipios de la región Mixteca.** Los municipios del estado de Oaxaca se identifican por la clave 20 y los municipios del estado de Puebla por la clave 21.

Municipio	Clave	Número municipio	Municipio	Clave	Número municipio
Acatlán	21003	1	Cosoltepec	20022	20
Acteopan	21005	2	Cuayuca de Andrade	21042	21
Ahuatlán	21007	3	Epatlán	21062	22
Ahuehuetitla	21009	4	Fresnillo de Trujano	20032	23
Albino Zertuche	21011	5	Guadalupe	21066	24
Asunción Nochixtlán	20006	6	Guadalupe de Ramirez	20034	25
Atzala	21021	7	Heroica Ciudad de Huajuapán	20039	26
Atzitzihuacán	21022	8	Huehuetlán el Chico	21073	27
Axutla	21024	9	Huehuetlán el Grande	21150	28
Calihualá	20011	10	Ixcamilpa de Guerrero	21081	29
Chiautla	21047	11	Ixpantepec Nieves	20065	30
Chietla	21051	12	Izúcar de Matamoros	21085	31
Chila	21055	13	Jolalpan	21087	32
Chila de la Sal	21056	14	Magdalena Jaltepec	20046	33
Chinantla	21059	15	Mariscala de Juárez	20055	34
Coatzingo	21031	16	Petlalcingo	21112	35
Cohetzala	21032	17	Pixtla	21113	36
Cohuecan	21033	18	San Agustín Atenango	20081	37
Concepción Buenavista	20018	19	San Andrés Dinicuiti	20089	38



Municipio	Clave	Número municipio	Municipio	Clave	Número municipio
San Andres Nuxino	20094	39	San Pedro Coxcaltepec Cantar	20304	59
San Francisco Tlapancingo	20152	40	San Pedro y San Pablo Tequix	20340	60
San Jeronimo Xayacatlán	21127	41	San Pedro Yeloixtlahuaca	21141	61
San Jorge Nuchita	20164	42	San Sebastián Tecomaxtlahuac	20348	62
San Juan Bautista Tlachichil	20183	43	Santa Cruz Tacache de Mina	20381	63
San Juan Cieneguilla	20186	44	Santa Cruz Tacahua	20382	64
San Juan Ihualtepec	20199	45	Santa Inés de Zaragoza	20569	65
San Lorenzo Victoria	20230	46	Santa María Yolotepec	20444	66
San Marcos Arteaga	20237	47	Santiago Ayuquililla	20455	67
San Martin Totoltepec	21133	48	Santiago Cacaloxttepec	20456	68
San Martin Zacatepec	20245	49	Santiago Chazumba	20459	69
San Mateo Nejapam	20251	50	Santiago del Rio	20461	70
San Mateo Sindihui	20255	51	Santiago Huaucuililla	20463	71
San Miguel Ahuehuetitlan	20259	52	Santiago Tamazola	20484	72
San Miguel Amatitlan	20261	53	Santiago Yosondua	20500	73
San Miguel Ixitlan	21135	54	Santiago Yucuyachi	20501	74
San Miguel Tequixtepec	20283	55	Santo Domingo Nuxa	20511	75
San Miguel Tlacotepec	20286	56	Santo Domingo Tonalá	20520	76
San Nicolás Hidalgo	20290	57	Santo Domingo Yodohino	20524	77
San Pablo Anicano	21139	58	Santos Reyes Tepejillo	20528	78



Municipio	Clave	Número municipio
Santos Reyes Yucuna	20529	79
Silacayoápam	20537	80
Tecomatlan	21155	81
Tehuizingo	21157	82
Teopantlan	21159	83
Teotlalco	21160	84
Tepelmeme Villa de Morelos	20548	85
Tepemaxalco	21165	86
Tepeojuma	21166	87
Tepexco	21168	88
Tezoatlán de Segura y Luna	20549	89
Tilapa	21176	90
Tlapanalá	21185	91
Totoltepec de Guerrero	21190	92
Tulcingo	21191	93
Villa de Chilapa de Díaz	20405	94
Xayacatlán de Bravo	21196	95
Xicotlán	21198	96
Xochiltepec	21201	97
Yutanduchi de Guerrero	20564	98
Zapotitlán Lagunas	20567	99
Zapotitlán Palmas	20568	100

