



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

"Selección de especies con importancia
agroforestal para el establecimiento de un vivero
en San Jerónimo Coatlán, Oaxaca"

T E S I S
que para obtener el título de:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:
Mario Alberto Martínez Martínez



Director de tesis:
Dr. Carlos Castillejos Cruz

Ciudad de México 16 Mayo 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme conocer lo que significa llevar el nombre de esta institución, el orgullo y la responsabilidad que implica formar parte de ella.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por recibirme en sus aulas y permitirme conocer lo que desde niño motivaba mis aventuras, alimentó mi curiosidad y enriqueció mis conocimientos.

A mi familia que gracias a su tolerancia, apoyo, cariño y sacrificios pude llegar a este momento.

Al Dr. Carlos Castillejos y su familia por su total apoyo y comprensión en la realización de este trabajo.

A mi esposa Laura que con su amor inspira mí día a día.

A mi hijo Leonardo porque sacrificamos horas de juego por atender mis labores.

Al M. en C. Dagoberto Garza García por qué sin su apoyo y consejo, este trabajo no se hubiera concluido.

Al Arq. Juan Vicente Torres por el apoyo brindado en momentos críticos.

A Abel Cabrera Sánchez por la amistad, el apoyo laboral y moral que me brindo.

A mis amigos y compañeros: Lucio Anides Ibáñez, José Gumersindo Trejo Corona, Rufina Barrera Sánchez, Elías Rocha, Francisco Guerra, Ernesto Ruíz, Mayra Palancarez, Fernando Ruíz, Jonathan Arriaga, Efraín Palacios, Miguel Ángel Franco Osorio y familia, Lourdes Paola, Jesus Martínez, que me apoyaron de diversas maneras en el transcurso de este proyecto.

DEDICATORIA

A mi padre Constantino Martínez Cruz, quien fuera mi primer maestro, el que me dio las herramientas necesarias para poder sobrevivir en este mundo, que con mano dura y una sonrisa guiara mi camino con valores, quien sin necesidad de palabras de cariño me mostrara el más cálido refugio y el severo camino de la dignidad, mostrándome que las mayores satisfacciones se pagan con sacrificios y se disfrutan con quienes nos rodean, “lo bueno cuesta” una de sus enseñanzas. De quién heredo la sangre indígena. Gracias por haber sido mi padre.

ÍNDICE

PÁG.

CONTENIDO DE CUADROS	vi
CONTENIDO DE FIGURAS	vii
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Generalidades	3
2.1.1. Agroforestería	6
2.1.1.1. Estructura	6
2.1.1.2. Sostenibilidad	6
2.1.1.3. Incremento en la productividad	6
2.1.1.4. Adaptabilidad socioeconómica y cultural	6
2.1.2. Sistema agroforestal	7
2.1.3. Vivero	7
2.1.3.1. Temporal o transitorio	8
2.1.3.2. Permanente	8
2.1.4. Bosque Mesófilo de Montaña	8
2.2. Descripción de la zona de estudio	9
2.2.1. Tipos de vegetación	12
2.2.1.1. Bosque mesófilo de montaña	13
2.2.1.2. Bosque tropical caducifolio	14
2.2.1.3. Bosque de pino-encino	14
2.2.2. Actividades económicas	15
2.3. Criterios de selección de especies	16
2.3.1. Consideraciones para la selección	17
2.3.1.1. Restauración ecológica	17

2.3.1.2. Rehabilitación	17
2.3.1.3. Repoblación forestal	17
2.3.1.4. Sucesión ecológica	17
2.4. Calendario fenológico	19
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
IV. HIPÓTESIS	23
V. OBJETIVOS	24
5.1. Objetivo general	24
5.2. Objetivos particulares	24
VI. MÉTODO	25
VII. RESULTADOS	29
7.1. Selección de especies	29
7.2. Descripción de la matriz para asignar valores de propagación a las especies	29
7.2.1. Nombre de la especie	29
7.2.2. Criterios de evaluación	29
7.2.2.1. Estatus ecológico	29
7.2.2.2. Distribución	30
7.2.2.3. Usos	30
7.2.2.4. Información disponible	31
7.2.2.5. Técnicas de propagación	32
7.2.2.6. Puntuación total	33
7.3. Ejemplo de aplicación de la matriz	33
7.4. Número de especies seleccionadas	35
7.5. Calendario fenológico	38
7.6. Fichas de especies prioritarias para propagar	42
VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	101
8.1. Selección de especies	101
8.1.1. Identificación de alternativas de especies para reforestar	101

8.1.2. Evaluación de alternativas	102
8.2. Calendario fenológico	108
8.3. Fichas de especies seleccionadas para propagar	110
IX. CONCLUSIONES	113
LITERATURA CITADA	115
GLOSARIO	122
ANEXO 1. BIBLIOGRAFÍA FICHAS	127
ANEXO 2. VALORES OBTENIDOS POR CADA ESPECIE	136

CONTENIDO DE CUADROS

PÁG.

1. Matriz propuesta para seleccionar especies arbóreas con prioridad para la propagación en San Jerónimo Coatlán, Oaxaca, México.	19
2. Intervalo de valores y prioridad para propagar especies.	20
3. Ejemplo de uso de la matriz para <i>Bursera galeottiana</i> .	27
4. Número de especies consideradas por prioridad para su propagación.	28
5. Porcentaje de especies que se agrupan en cada uno de los intervalos calculados.	30
6. Fenología reproductiva y vegetativa de 97 especies de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca	32

CONTENIDO DE FIGURAS	PÁG.
1. Mapa de localidades e infraestructura para el transporte (INEGI, 2010).	10
2. Mapa de uso de suelos y vegetación (INEGI, 2010).	12
3. Valores máximos y mínimos agrupados en orden creciente, resultado de la aplicación de la matriz propuesta para 135 especies.	29
4. Histograma de frecuencias de la distribución porcentual de los intervalos que se obtuvieron según Sturges.	31
5. Meses en los que las especies presentan su periodo de fructificación y dispersión de semillas.	34
6. Diferentes opciones para el restablecimiento de un ecosistema degradado.	99

RESUMEN

Se seleccionaron especies pertenecientes al Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) con potencial para la reforestación o propagación, para ello se diseñó un método que propone una escala numérica donde los valores del 14.9 a 9.7 las ubican como especies prioritarias para propagar, los valores de 9.6 a 6.0 como sugeridas para su propagación y las especies con valores menores a 5.9 como especies que no requieren atención inmediata. También se elaboró un calendario fenológico para reconocer el momento ideal para la recolecta de semillas o frutos. Al mismo tiempo, se diseñó una guía de campo con la información técnica para reconocer la especie, propagarla, establecer su estatus de conservación y otros usos alternos. Se reconocieron 42 especies prioritarias para propagar donde destacan *Bursera galeottiana*, *Litsea glaucescens* y *Chiranthodendron pentadactylon*, 41 especies sugeridas para reforestar entre ellas *Prunus rhamnoides*, *Bursera fagaroides* y *Hedyosmum mexicanum*. El calendario fenológico incluyó 97 especies, donde el periodo más adecuado para la recolecta de semillas fue de julio a octubre. Se elaboraron 29 fichas técnicas incluidas como guía de campo para las especies con mayor puntuación según el método propuesto.



I. INTRODUCCIÓN

El municipio de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca, se encuentra en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) denominada Sierra Sur y Costa de Oaxaca, misma que tiene esta categoría por su reconocida diversidad ambiental, donde destacan comunidades de bosque tropical subcaducifolio, bosques de coníferas y bosque tropical caducifolio, así como bosques mixtos. Hacia la parte norte, cuenta con áreas restringidas donde se desarrollan bosques mesófilos de montaña. Por otro lado, también presenta una alta concentración de vertebrados endémicos (Arriaga *et al.*, 2000).

La Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) le otorgó en el año 2000 a esta RTP un valor alto para la conservación debido al criterio de integridad ecológica funcional, el cual es en particular de importancia para las zonas de mayor altitud; por su función como corredor biológico tiene un valor alto, por su riqueza específica y presencia de endemismos, es considerada importante; por su función de centro de origen y diversificación de vertebrados, leguminosas y mariposas. Por otra parte, Redondo (2011) reconoció para esta zona tres variedades de maíz nativo; además, la región tiene un valor de conservación alto debido a los servicios ambientales que proporciona, destacando recarga de mantos freáticos y captura de carbono.

La zona presenta diversos problemas ambientales, entre ellos, erosión, pérdida de la biodiversidad, cambio de uso de suelo para el cultivo de café, desarrollo ganadero y forestal, así como fragmentación en la parte baja y media de la región. En 2007 y 2008 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2010) desarrolló obras públicas para la nueva carretera entre los municipios de Miahuatlán-San Pablo Coatlán-San Jerónimo



Coatlán, lo cual impactó negativamente la zona debido al incremento de la densidad poblacional y la presión que trajo sobre especies clave de plantas y animales, reflejando un manejo inadecuado, principalmente por la deforestación, asentamientos humanos irregulares y actividades turísticas (Arriaga, *et. al.*, 2000).

En el 2000, Gliessman propuso que el manejo de una zona con una visión de agroecosistema resulta más productivo que los manejos convencionales y que para el caso de la producción de madera se cumple íntegramente. Por lo anterior, es importante implementar acciones para conservar la diversidad ecosistémica y en general para restaurar la zona que ha sido alterada. Las técnicas agroecológicas podrían emplearse para la producción de especies vegetales de interés, en forma particular, se podrían integrar en la localidad de San Jerónimo Coatlán para implementar un vivero basado en el principio de la agroforestería, donde se podrá producir plantas nativas de la zona, destinadas a la reforestación, con lo que se podría restaurar el ecosistema y minimizar los efectos de erosión, contaminación del suelo y agua; fomentando la biodiversidad, además de reconocer y cultivar las especies de importancia económica para los habitantes del municipio.

Para lograr lo anterior, una primera acción es seleccionar las especies más adecuadas y desarrollar un catálogo de las mismas, para la reforestación y que tengan ciertas características como facilidad de propagación, crecimiento rápido, número grande de producción de semillas, facilidad de recolección y reconocimiento taxonómico, entre otras; por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue seleccionar especies de importancia forestal y agroeconómica idóneas para diseñar y establecer un vivero agroforestal en la comunidad de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca.



II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

En México muchas veces la selección de especies para reforestar y con ello restaurar un área se basa en meros criterios indebidamente pragmáticos, donde no importa si se trata de especies exóticas del otro extremo del planeta, con tal que sobrevivan en su sitio de plantación o introducción. Desde una perspectiva simplista, la *restauración ecológica* puede entenderse como el proceso de lograr el retorno de un ecosistema dado al estado previo del cual fue sacado como consecuencia de la actividad humana; pero un ecosistema tiene propiedades emergentes, como resultado de haberse logrado un complejo nivel de integración entre sus componentes bióticos y abióticos. Esto deja ver que la restauración ecológica no es el mero hecho de plantar especies vegetales en un sitio o de reintroducir especies espectaculares; por el contrario, es un proceso de emulación de estadios de sucesión de distintas comunidades biológicas conocidas en un sitio, hasta que éstas tomen una trayectoria autónoma y viable de establecimiento permanente en el lugar (Sánchez *et al.*, 2005).

Una de las acciones que anteceden a la restauración ecológica es la **rehabilitación**, la cual, se refiere a cualquier intento por recuperar elementos estructurales o funciones dentro de un ecosistema sin necesariamente intentar completar una restauración ecológica o condición específica previa. Este término se aplica a cualquier intento por recuperar, al menos parcialmente los ecosistemas que han sufrido una degradación, por lo que en algunos casos, puede ser el primer paso de una estrategia más compleja, como la restauración ecológica (Meffé y Carroll, 1994).

México es un país que posee una superficie de 2 millones de kilómetros cuadrados y una población de poco más de cien millones de habitantes (Azqueta *et al.*, 2007). En el 2010, Céspedes y Moreno



proyectaron para el año 2005 la pérdida de bosques en el país, suponiendo que la tasa de deforestación calculada para el periodo 1993-2002 se mantuvo constante, de tal forma que pudiera ser comparable con los resultados de los programas de reforestación aplicada por el gobierno, cuya meta es solo 170,000 ha/año, acciones que resultaban insuficientes para amortiguar la tasa de deforestación.

A pesar de que Oaxaca es uno de los cinco estados con mayor riqueza florística documentada para los Bosques Mesófilos de Montaña (BMM) con 4 540 especies, su riqueza vegetal está gravemente afectada principalmente por actividades como la deforestación, cambio de uso de suelo y crecimiento demográfico. La región montañosa del norte de Oaxaca representa la zona de BMM más grande del país (García de la Cruz *et al.*, 2014).

El estado de Oaxaca está considerado en la lista de las entidades que presentan mayor superficie con pérdida de recurso forestal a nivel nacional, equivalente a 35,981 ha/año; con una superficie reforestada hasta el año 2005 de 2,663 ha (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, 2010).

La mixteca Oaxaqueña es una de las regiones de México que presenta mayores problemas de deforestación y escasez de agua, por lo que se le cataloga como “área de desastre ecológico” con una alta tasa de emigración. Del total de su superficie, 13.3% presenta muy alto grado de erosión, 46% alto, 38.7% erosión moderada y solo 2% erosión leve. Los efectos de la degradación ambiental sobre los habitantes de los municipios de la Mixteca Alta se reflejan en las cuestiones socioeconómicas, a lo que se añade la situación que prevalece en cuanto a la migración de los hombres hacia Estados Unidos. Las principales actividades son la agricultura de temporal y el pastoreo de ganado caprino, aunque ninguna de ellas es rentable. En la comunidad de La Unión Reforma Soyaltepec, localizada en la parte noreste del estado de Oaxaca se llevaron a cabo los



primeros intentos de reforestación de la Mixteca Alta, que datan de 1996, con una supervivencia menor al 5%; sin embargo, en el año 2000 se reiniciaron con una supervivencia promedio de 87%. En el año 2008 se contaba con 55 ha reforestadas, equivalentes a 6.18% de la superficie total de la comunidad (Ramírez *et al.*, 2011).

En las primeras reforestaciones en Oaxaca, se introdujeron *Fraxinus*, *Casuarina*, *Cupressus*, *Eucalyptus* y *Pinus oaxacana*, esta última fue la que resistió mejor las condiciones ambientales de la región, ya que crece satisfactoriamente en suelos delgados y climas semisecos, tanto en sistemas de zanjas y bordos; tiene potencial para ser manejado con fines de aprovechamiento maderable, reforestación y restauración, ya que se desarrolla en lugares cuyas condiciones ambientales no son muy favorables. Para el año 2000 la mayor parte de las reforestaciones se hacen con *P. oaxacana*, de tal manera que de las 55 ha reforestadas, 64% corresponden a dicho taxón. Las densidades de las últimas plantaciones disminuyeron considerablemente, entre 2,500 a 2,900 plantas y hasta 1,200 en las plantaciones más recientes, lo cual queda de manifiesto en un valor medio de 1,850 plantas ha⁻¹ (Ramírez *et al.*, 2011).

Según Cruz (2011) dentro del territorio de San Jerónimo Coatlán la vegetación original está ampliamente perturbada por actividades agrícolas, ganaderas, asentamientos humanos y aprovechamiento forestal, actividad que no tiene vigilancia por parte de las instituciones gubernamentales. En el 2010 se reportaron doce organizaciones con actividades productivas forestales, nueve proyectos son para la producción de aguacate variedad Hass (variedad introducida), cultivo que presenta un bajo rendimiento, y los otros tres proyectos son enfocados a la producción de café. Hasta el momento no existe una metodología aceptada para el manejo y reforestación de los bosques de esta zona.



2.1.1. Agroforestería

Es el nombre genérico empleado para describir un antiguo uso del suelo, en el que los árboles son combinados espacial y/o temporalmente con cultivos agrícolas y/o con especies animales. Recientemente, se han desarrollado conceptos modernos de agroforestería, sin que, a la fecha se cuente con una definición aceptada universalmente (Tecpoyotl, 2012). Sin embargo, todo desarrollo agroforestal debe cumplir con las características siguientes:

- 2.1.1.1. *Estructura*: al igual que la agricultura moderna y la actividad forestal, la agroforestería combina; árboles, cultivos y animales. En el pasado, los cultivos raramente consideraban el uso de árboles dentro del espacio, mientras que los forestales reconocían al bosque sólo para la preservación y crecimiento de árboles. Sólo los agricultores tradicionales durante siglos han cubierto sus necesidades básicas haciendo crecer juntos; árboles, animales y cultivos alimenticios.
- 2.1.1.2. *Sostenibilidad*: La agroforestería busca optimizar los efectos benéficos de las interacciones entre especies leñosas y cultivos o animales. Por medio del uso de ecosistema natural como un modelo y aplicando sus características ecológicas a los sistemas agrícolas, se espera obtener una productividad estable a largo plazo sin producir degradación en el suelo. Esto es particularmente importante si se aplican los conceptos y técnicas de la agroforestería dentro de áreas de suelo con calidad marginal y con baja disponibilidad de aportes.
- 2.1.1.3. *Incremento en la productividad*. Por la promoción de las relaciones complementarias entre los componentes del sistema, el establecimiento de condiciones para el crecimiento y uso adecuado de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz), se espera que la producción sea mayor dentro de los sistemas agroforestales en comparación con la obtenida mediante sistemas convencionales de uso del suelo.
- 2.1.1.4. *Adaptabilidad socioeconómica y cultural*. Si bien la agroforestería resulta apropiada para un amplio gradiente de tamaños de granjas y



condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido reconocido particularmente por los agricultores pobres, dentro de las áreas tropicales y subtropicales-marginales. Esos campesinos no están dispuestos a adoptar tecnologías agrícolas modernas de costos elevados, siendo, además, ignorados por los científicos agrícolas quienes no cuentan con una política definida hacia ellos ni con estrategias de penetración social, así, la agroforestería está adaptada particularmente a las condiciones de los agricultores.

2.1.2. Sistema agroforestal

Es una práctica, determinada por el medio ambiente, especies vegetales, disposición, manejo y funcionamiento socioeconómico; en los sistemas agroforestales están (o deberían estar) relacionados con la localidad específica o la región en la que existen, o usando otras características descriptivas que sean específicas al ambiente donde se encuentran. Una práctica agroforestal denota un arreglo distintivo de componentes en el espacio y el tiempo. Se han registrado cientos de sistemas agroforestales, de todos ellos consta de unas 20 prácticas agroforestales distintas. En otras palabras, las mismas prácticas o similares se encuentran en varios sistemas en diferentes situaciones (Nair, 1993).

2.1.3. Vivero

El vivero forestal es una infraestructura de producción y cultivo de plantas donde permanecen el tiempo necesario para lograr la altura y vigor adecuado que permita llevarlas al sitio definitivo donde serán trasplantadas (Grijpm, 1982). En el vivero se brindan labores culturales a las plantas, suelo o sustratos que permiten una germinación y desarrollo óptimo de las especies (Gómez, 2012).

Para la mayor parte de las especies forestales la multiplicación de plántulas es a partir de semillas, en mucho menor escala se producen a través de técnicas vegetativas como el estacado, separación de hijuelos o enraizamiento de hojas o vástagos (Salmerón, 1995).

El vivero forestal por su duración y ritmo de producción puede ser de dos tipos:



- 2.1.3.1. *Temporal o transitorio* destinado a la producción de una determinada cantidad de árboles que se requieren para lograr las metas de un plan de reforestación y luego se abandona o se traslada a otra área diferente. Si bien consta de todos los elementos y la producción y cultivo de plantas, sus instalaciones son precarias y de fácil desmantelamiento. Por lo regular este tipo de viveros se establecen cerca de las zonas de reforestación.
- 2.1.3.2. *Permanente*. Dedicado a la producción en gran escala de plantas para programas regionales o nacionales de reforestación o también para la producción de plantas para su comercialización. Su vida no es inferior a los 20 años por lo cual el costo y calidad de los materiales para su establecimiento aumentan presentando un desembolso inicial alto que se amortiza con la comercialización de las plantas (Cuéllar, 2008).

2.1.4. Bosque mesófilo de montaña

El Bosque mesófilo de montaña (BMM) tiene una gran diversidad biológica y de endemismos. Es el bosque de México con más especies por unidad de superficie, es importante por los servicios ambientales y la fuente de recursos naturales que provee, su lenta regeneración, la reducción de su distribución y su continua perturbación y prioridad de conservación (Sánchez *et al.*, 2008). El área ocupada por esta comunidad vegetal se está reduciendo rápidamente, como producto principalmente del crecimiento de la población humana y de la expansión de las actividades productivas como la agricultura y la ganadería, la extracción forestal y la influencia de otros factores como el fuego que impiden la regeneración natural y atraen como consecuencia el agotamiento de los recursos naturales y la pérdida de linajes evolutivos que no se encuentran en otros sitios (Cartujano *et al.*, 2002).

La superficie potencial estimada a nivel mundial, de BMM es alrededor de 381,000 Km², aproximadamente 0.26% de la superficie terrestre (Sánchez y Dirzo, 2014). El BMM ocupa una superficie aproximada de 800,000 ha, (menos de 1% del territorio nacional) y se distribuye en 22 estados del país siendo los principales, por el número de localidades que presentan: Chiapas, Oaxaca, Veracruz y el



Estado de México. Su cobertura vegetal está severamente fragmentada y perturbada con pocas áreas bien conservadas y confinadas a cañadas o áreas cercadas con protección y vigilancia especial, por ejemplo; la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán con aproximadamente 28 000 ha. Se han reportado cerca de 107 áreas en el país con presencia de BMM y se ha cuantificado un total de 184,434 ha que se encuentran resguardadas en algún tipo de área natural protegida. La mayor parte de las áreas protegidas cuantificadas de BMM se concentra en seis reservas naturales de las más grandes de México (Reservas de la Biosfera el Triunfo Chiapas., La Sepultura Chiapas., El Cielo Tamaulipas., Sierra de Manatlán Jalisco., y en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz). La cobertura exclusiva estimada de BMM puede aumentar debido a que no se ha cuantificado la superficie en su totalidad en algunos de los lugares en los que ha sido reportado.

En los BMM de México se han registraron 72 especies de plantas vasculares que tienen algún tipo de estatus de conservación y 119 especies endémicas a México. Las especies endémicas a México están representadas por 33 árboles, 22 arbustos y 64 especies de herbáceas.

2.2. Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio se ubica en la porción central del municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán, aproximadamente a 70 km al SO de la ciudad de Miahuatlán y a 50 km al SE del poblado de Juchatengo. Las vías de acceso son tres: por el occidente, a partir de Miahuatlán, de donde sale la brecha hacia los Coatlanes; del SE se llega a partir de la carretera Sola de Vega-Oaxaca por la desviación hacia Soledad Piedra Larga y San Jerónimo Coatlán y del NO se puede llegar por la brecha que viene de Juchatengo hacia los Coatlanes, pasando por Cruz de Honduras (Figura 1). La zona comprende una superficie aproximada de 17,300 hectáreas y se ubica entre los paralelos 16° 09' y 16° 15' de latitud N y los meridianos 96° 52' y 97° 01' de longitud O (Campos-Villanueva y Villaseñor, 1995).

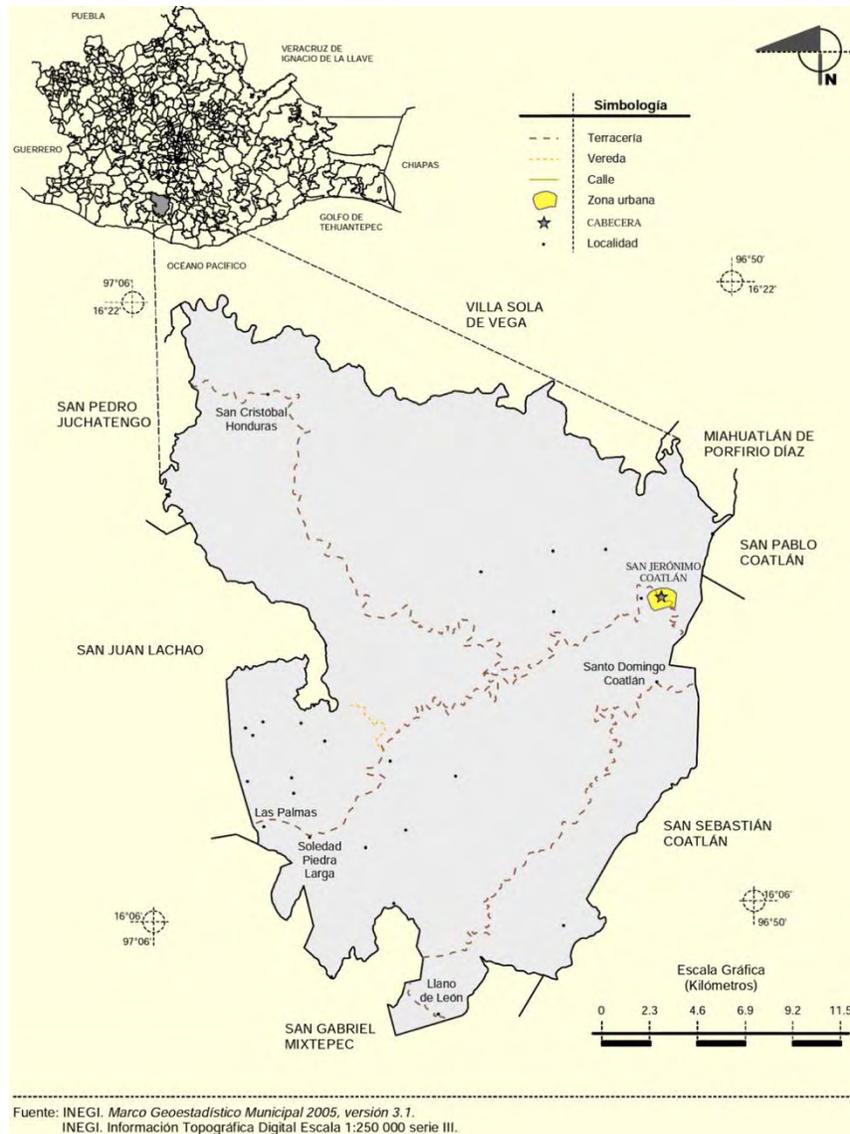


Figura 1. Mapa de localidades e infraestructura del municipio de San Jerónimo Coatlán (INEGI, 2010).

El origen y fundación de San Jerónimo Coatlán se remonta a 1612 (SGGEO, 1988) y es de raíces zapotecas. Sus pobladores originalmente vivían de la agricultura y la caza. El nombre de Coatlán significa “junto a, lugar de las culebras” y deriva de las raíces en Náhuatl *Coatl*= culebra y *Tlan*= junto a, lugar. El área está comprendida dentro de la provincia fisiográfica denominada Sierra



Madre del Sur (Rzedowski, 2006), caracterizada por una topografía muy accidentada y altitudes que van de los 1,000 a los 2,700 m. En la zona se encuentra una gran cantidad de barrancas y cañadas con riachuelos, la mayoría de ellos permanentes, que originan microhábitats muy particulares.

La zona de estudio se halla en el parteaguas de la Sierra Madre del Sur, donde se encuentra, por un lado la vertiente del pacífico, con un alto porcentaje de humedad y bosques densos y, por el otro, la conexión hacia el Valle de Miahuatlán y los Valles Centrales de Oaxaca, con climas más secos y bosques menos densos, que presentan una marcada estacionalidad.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010), esta región pertenece a la provincia geológica de la Sierra Madre del Sur. Los afloramientos existentes son principalmente de rocas metamórficas: gneiss (94.15%) del Jurásico, formados por esquistos y gneiss, con intrusiones de rocas graníticas. También está incluida una pequeña porción de origen precámbrico al N-NE de la zona de estudio.

Las rocas jurásicas son un grupo de diversa litología dentro del denominado “Complejo Xolapa” (INEGI, 2007), cuyo metamorfismo se origina por las altas presiones y temperaturas ocasionadas por la convergencia de placas en la zona orogénica circunpácífica. La asociación litológica incluye génesis entre cuarzo feldespático y esquistos. Es común en la zona encontrar bandeamiento, micropliegues e intemperismo hasta de 2 y 3 m de profundidad.

El suelo de la zona es un litosol dístrico, típico de sitios muy lluviosos cálido-templado (SARH, 1985), que se caracteriza por presentar una capa arcillosa de color rojizo, muy profunda, algunas veces hasta de 5-10 m, cubierta por otra de grosor considerable de materia orgánica. Esto se cumple para casi toda la zona, excepto en la porción N-NE, donde se presenta como un suelo calizo, poco profundo y pobre en materia orgánica. En algunas áreas se observan pequeños afloramientos de roca madre.

2.2.1. Tipos de vegetación

En la zona de estudio es posible distinguir tres tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio y bosque de pino encino; sin embargo, en el municipio también se han modificado la vegetación hasta llegar a zonas destinadas para pastizal, agricultura y zona urbana (Figura 2).

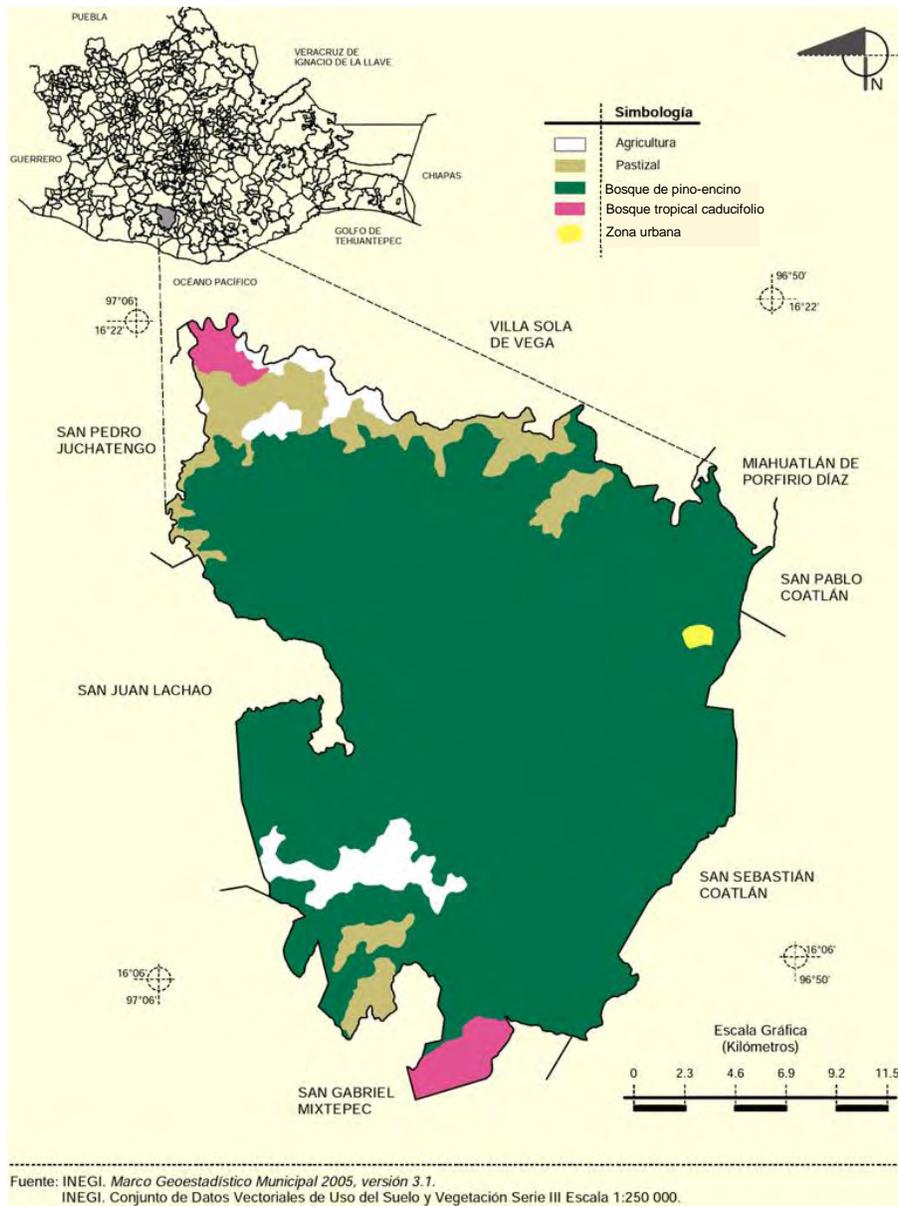


Figura 2. Mapa de uso de suelos y vegetación (INEGI,



2.2.1.1. *Bosque mesófilo de montaña*

Se localiza en áreas muy restringidas, de cañadas y laderas protegidas, y sus límites latitudinales se sitúan entre los 1,000 y 2,400 m. En algunas ocasiones puede mezclarse con el bosque de pino-encino. En el área donde se localiza este bosque la época seca es de aproximadamente cuatro meses; sin embargo, durante la mañana y noche se presentan neblinas constantes, con frecuentes lloviznas que mantienen una permanente humedad, sobre todo en el sotobosque. De esta manera se hace un microclima con poca variación y en los meses fríos no se presentan heladas (Rzedowski, 2006).

El suelo donde se encuentra es litosol dístrico, de color amarillo rojizo, profundo, con una capa gruesa de materia orgánica. El relieve es accidentado, con pendientes suaves y pronunciadas.

El estrato arbóreo contiene árboles que varían en altitud entre 7 a 35 m helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae. Las especies más representativas son *Alnus acuminata*, *Arbutus xalapensis*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra mexicana*, *Cornus disciflora*, *Dendropanax arboreus*, *Diospyros campechiana*, *Ficus padifolia*, *Inga eriocarpa*, *Ocotea helicterifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus candicans*, *Siparuna andina*, *Ulmus mexicana*, *Viburnum elatum* y *Zinowiewia integerrima*.

Esta comunidad, en la zona de estudio, es la más rica florísticamente, lo que se manifiesta a través de sus estratos. El estrato arbóreo contiene árboles que varían en altitud entre 7 a 35 m, helechos arborescentes que llegan a alcanzar 10 m de altura. El estrato arbustivo presenta perturbación intensa, las hierbas no son muy abundantes. Las epífitas, trepadoras rupícolas están bien desarrolladas en esta comunidad, existen familias muy ricas y abundantes como Orchidaceae y Piperaceae; acompañado a las epífitas, se encuentran en abundancia hepáticas, líquenes, musgos y helechos. En algunas áreas las hemiparásitas y saprófitas se presentan con relativa frecuencia, probablemente debido a la perturbación.

En los últimos años se ha comenzado a afectar con mayor intensidad este tipo de vegetación. El cambio en el uso del suelo, principalmente para el cultivo de café y en menor porcentaje el de maíz, así como la apertura de nuevas áreas para



cultivo por medio del fuego, son las causas principales de la constante desaparición de la vegetación original.

2.2.1.2. *Bosque tropical caducifolio*

Este tipo de vegetación forma un manchón aislado al N-NE de la zona de estudio, localizándose entre la cota de los 1,400 y 1,500 m. Se desarrolla en un suelo calizo, pedregoso, de color amarillento y relativamente profundo, derivado de rocas metamórficas, pobre en materia orgánica, sobre pendientes pronunciadas y lomeríos suaves.

Los árboles presentan alturas de 3 a 10 m, dominando las siguientes especies (incluidas algunas riparias): *Acacia angustissima*, *Bursera fagaroides*, *B. galeottiana*, *B. schlechtendalii*, *Colubrina ehrenbergii*, entre otras especies. Los arbustos tienen una altura que oscila entre 1 y 4 m. Probablemente, debido a la perturbación existente, la riqueza en elementos herbáceos no es alta.

2.2.1.3. *Bosque de pino-encino*

Esta formación vegetal domina en el área de estudio. En el N-NO de la zona, donde están los picos más altos, como el cerro El Encanto (2,700 m), existe una mezcla con elementos mesófilos, como *Ardisia sp.*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clusia sp.*, *Daphnopsis nevlingii* y *Quercus sp.*, sin ser dominante ninguno de ellos.

El bosque se desarrolla desde los 1,000 hasta los 2,700 m sobre un suelo denominado litosol dístrico ácido y en un clima semicálido subhúmedo. Los árboles miden entre 10 y 20 m dominando especies como *Alnus acuminata*, *Pinus maximinoi*, entre otras especies. Los arbustos presentan alturas de 1 a 4 m en promedio. Las hierbas llegan a alcanzar alturas hasta de 1.5 m. Las epífitas dominantes pertenecen a las familias Bromeliaceae, Orchidaceae y Piperaceae, aunque en general no existe una gran riqueza de ellas (Campos-Villanueva y Vellaseñor, 1995). De acuerdo al prontuario del INEGI (2010), su clima se caracteriza por ser templado subhúmedo con lluvias en verano.



Como la región de estudio está comprendida en el parteaguas de la Sierra Madre del Sur, existen dos cuencas por donde drenan las montañas del área. En la vertiente S-SO existe una gran cantidad de arroyos permanente y semipermanentes surcando todas las cañadas y barrancas de esta serranía, las cuales más adelante se unen para dar lugar a los ríos La Rana, Leche, La Piedra Ancha, y Ballesteros. Todos estos arroyos son tributarios del Río Colotepec, que finalmente llega a depositar sus aguas en el Océano Pacífico a la altura de Bajos de Chila. Esta cuenca es reconocida como Región Hidrológica Oaxaca-Puerto Angel (INEGI, 2010).

La otra cueca, en el extremo N-NE de este sistema, tiene como base los ríos Trapiches y Playas, que al unirse forman el Río Yuguñu. Este río es tributario importante del Río Atoyac, el cual en esta zona de la sierra tiene una trayectoria hacia el oeste, hasta unirse al Río Verde para desembocar en el Océano Pacífico al NO de la bahía de Chacahua (SARH, 1985).

2.2.2 Actividades Económicas

En la zona de estudio predominan básicamente dos actividades. Por un lado, la agrícola-ganadera, en la cual destacan el cultivo de maíz, además de cafetales en baja proporción en la porción sur. En mucha menor cantidad se producen calabaza, chile y frijol, La agricultura se realiza con el método de roza, tumba y quema, situación que evidentemente pone en peligro a la vegetación del lugar. En cuanto a la ganadería, quizá sea la actividad menos importante, pues sólo un reducido número de familias cuenta, con algunas cabezas de ganado vacuno, utilizándolo principalmente para su venta fuera del municipio y sólo en ocasiones como alimento.

La principal actividad y consecuentemente la que más afecta a la zona de estudio, es la maderera ya que desde años atrás las compañías papeleras, como la de Tuxtepec, se han dedicado a la explotación de sus recursos madereros, principalmente el pino, que es el dominante en el área. Observaciones personales ponen de manifiesto que esta actividad es el principal problema para la conservación en el largo plazo de los recursos naturales del lugar, pues en gran



parte de la región la explotación forestal se realiza en forma irracional, a lo cual se agrega la inexistencia de un plan de reforestación o la implementación de áreas protegidas, sobre todo en aquellas zonas donde se ha dado una regeneración natural.

2.3. Criterios de selección de especies.

La marcada tendencia que existe actualmente a realizar proyectos de jardinería paisajismo, reforestación urbana, entre otras, exige que se establezcan criterios de selección de especies donde se utilice la biodiversidad de los sitios con el uso de plantas propias del lugar, mismas que están adaptadas al medio ambiente, lo cual permite incrementar las probabilidades de éxito de los proyectos pues las especies nativas son las idóneas a utilizar, ya que responden de forma positiva a componentes ecológicos como el estrés hídrico, disponibilidad de agua y altitud.

Para Bolaños y Moscoso (2011), la selección de especies para reforestar es subjetivo, por ello es necesario que se establezca un criterio, el cual puede ser un método numérico que permita asignarles un valor a las diversas características de una especie por lo cual los datos pueden ser ponderados, conjuntados y visualizados para hacer la elección de las especies de una forma cuantitativa que incremente la probabilidad de seleccionar a las más adecuadas. Estos autores proponen que parte de la información debe referirse al origen de la planta, si esta es nativa o exótica con o sin potencial invasor, hábito, patrón de desarrollo o forma de crecimientos, altura, propagación, modo de reproducción y/o cultivo, requerimientos climáticos, hídricos, lumínicos y capacidad para tolerar el viento; así como características de mantenimiento, labores culturales, usos, sustratos, entre otros.

Para Ramírez *et al.*, (2011) los elementos para valorar el potencial de las especies en actividades de reforestación son principalmente criterios ambientales como: la adaptación de las plantas al clima, suelo y radiación solar, resistencia a



plagas y enfermedades. Aspectos paisajísticos como el porte y forma de la planta, tasa de crecimiento y desarrollo, textura, color y fenología. También es importante contar con la descripción biológica de la especie y sus interacciones con la fauna silvestre, además de sus usos locales de la planta, entre otros.

2.3.1. Consideraciones para la selección de especies

Una de las actividades más importantes y críticas para la repoblación forestal y la restauración ecológica, es la selección correcta de las especies, por las implicaciones que tiene a largo plazo en el costo de la gestión y el valor ecológico y cultural que la comunidad vegetal final. Según Pemán-García *et al.*, (2006) analizan los factores y el proceso de selección, así como considerar los conceptos teóricos básicos son un punto crítico del cual depende el éxito o el fracaso de la reforestación. Dentro de los conceptos básicos que estos autores proponen se tienen los siguientes:

2.3.1.1. Restauración ecológica. Es el proceso de favorecer el restablecimiento de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido. Un ecosistema restaurado será aquel que contenga suficientes recursos bióticos que le permitan continuar su desarrollo sin necesidad de futuras intervenciones.

2.3.1.2. Rehabilitación. La rehabilitación se refiere a cualquier intento por recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin necesariamente intentar completar una restauración ecológica a una condición específica previa. Un ejemplo es la replantación en sitios donde se ha eliminado la cubierta vegetal con el fin de prevenir la erosión. Este término se aplica a cualquier intento por recuperar, al menos parcialmente, los ecosistemas que han sufrido una degradación, por lo que en algunos casos, puede ser el primer paso de una estrategia más compleja, como la reclamación o la restauración ecológica (Meffé y Carroll, 1994).

2.3.1.3. Repoblación forestal: se entiende como el conjunto de técnicas que son necesarias aplicar para crear una masa forestal, formada por especies leñosas, arbóreas o arbustivas, que sean estables con el medio, en un terreno cuya



vegetación actual es ineficaz en mayor o menor grado según el uso asignado al territorio, y que adoptando las características deseadas, cumple los fines que de ella se demandan. Se consideran cualquier tipo de cubierta forestal, excluyendo especies propias de la agricultura.

2.3.1.4. Sucesión ecológica. Al reemplazamiento de una comunidad por otro, guiado por fuerzas ambientales que conducen hacia una comunidad madura estable y dinámica, se conoce como sucesión ecológica, en el cual se establecen fenómenos de competencia, establecimiento, supervivencia y dominancia, aunado a una dependencia de las interacciones y de las influencias modificadoras de los organismos vivientes que constituye la comunidad. Así, la sucesión puede ser considerada como un conjunto de comunidades que se substituyen una a otra en un área determinada en el tiempo, y se designa como “seré”, en tanto que las comunidades relativamente transitorias se designan como etapas seriales, etapas de desarrollo o etapas de explotación; y el sistema estabilizado final se designa como “climax” (Granados y López, 2000).

Los ecosistemas forestales son dinámicos y están sujetos a cambios temporales en su composición y estructura. Estos cambios de estado pueden ser graduales, originados por el reemplazo o sucesión de especies, pueden ser inducidos por fluctuaciones del clima, o bien pueden ser cambios abruptos causados por agentes de perturbación, naturales o antropogénicos en el paisaje. El primer aspecto básico para entender la dinámica de los bosques mesófilo de montaña (BMM) es el conocimiento de los regimientos de perturbación. En ecología una perturbación es un cambio abrupto en el estado de un ecosistema, algo que parte de su dinámica y que no tiene necesariamente una connotación negativa (Jardel *et al*, 2014).

En la sucesión forestal se llevan a cabo cambios en la estructura y composición de las especies del bosque en el tiempo y en el espacio, producto de interacciones bióticas y abióticas de origen natural o antropogénico. El BMM es un sistema dinámico con cambios en el tiempo y el espacio, resultado de un proceso de **sucesión forestal**. La sucesión del bosque mesófilo de montaña puede resumirse en un ciclo de tres fases: a) regeneración después de la apertura



de claros (pequeños o grandes), b) construcción y c) madurez (Sánchez *et al.*, 2008)

En los BMM la formación de claros por efecto de sucesos naturales o antropogénicos, juegan un papel importante en la dinámica, dado que muchas especies de estos bosques son tolerantes a la sombra y presentan regeneración avanzada, los claros de pequeña extensión cicatrizan rápidamente. Los claros grandes son colonizados por especies intolerantes a la sombra de rápido crecimiento y reproducción por semilla como *Pinus patula*, o bien especies que producen rebrotes vegetativos (varias especies de *Quercus*) que forman bancos de semilla en el suelo. Los claros pequeños formados por la muerte, caída o tala de árboles del dosel, que cicatrizan con la regeneración avanzada de las especies arbóreas latifoliadas, en contraste con los bosques de pino, que requieren para su regeneración la forma de claros extensos, con una dinámica de extensa (Jardel *et al.*, 2014).

Las especies pioneras pueden afectar a las especies características de los estadios más avanzados de tres maneras: positiva o facilitación, negativa o competición y otra con diferente o tolerancia. Del balance resultante entre las interacciones positivas y negativas depende el éxito final del establecimiento. En un medio muy degradado es imposible la instalación de la vegetación que representa el óptimo o máximo biológico sin antes introducir otra cubierta vegetal que mejore las condiciones del medio, enfocadas al desarrollo del suelo y sobre todo a la sombra, este aspecto justifica el uso generalizado de pinos autóctonos, los cuales gracias a su carácter de heliófilo y xerófilo, su frugalidad y crecimiento rápido permitían establecerlos como cubrecultivos para las especies frondosas.

Son clásicas y abundantes las referencias al efecto favorable en la regeneración natural y artificial de determinadas especies forestales, donde la siembra mezclada de especies de coníferas con leguminosas, favorecen la introducción de otras especies más exigentes en agua y nutrientes; pero deben valorarse bien la relación facilitación/competición, dado que las interacciones entre especies pueden cambiar de signo a lo largo de un gradiente ambiental, produciendo



resultados de supervivencia o crecimiento insuficientes para el objetivo restaurador.

2.4. Calendario fenológico

Lárez *et al.*, (2005) realizaron el estudio de la fenología reproductiva de los árboles y otros biotipos presentes en fragmentos de bosque húmedo premontanos, su metodología se basó en la visita a herbarios y la obtención de los datos de fenología presentes en las etiquetas, para después comparar esta información con los datos fenológicos que obtuvieron de campo en muestreos realizados a lo largo de año y medio. Dichos autores reconocieron 114 especies de árboles. Observaron que la variación en los datos fenológicos se relacionan ampliamente con las interacciones complejas entre la fisiología de algunos órganos, factores ambientales, las variaciones anuales de lluvia y la longitud del día. Los factores antes mencionados les permitieron ubicar la floración de las especies durante las estaciones del año. Finalmente señalaron que la mayor cantidad de plantas en floración ocurre durante la época seca y la fructificación se desplaza con dos o tres meses de diferencia.

Hechavarría (2000) propuso un método para determinar la fenología donde considera 6 diferentes fases cuatro vegetativas y dos reproductivas, además diseñó un cuadro para concentrar la información fenológica de las especies y hacerla más fácil de analizar.

En Venezuela, Villasana y Suárez (1997), analizaron el comportamiento fenológico de dieciséis especies de un bosque perennifolio, en el cual se observó el proceso de fructificación en dos periodos definidos, el primero que inicia durante el mes de octubre hasta diciembre y el segundo de abril hasta mayo; de acuerdo al comportamiento de las precipitaciones, observaron dos picos máximos, uno en diciembre y otro en mayo, meses donde termina la estación seca y comienzan las lluvias. El proceso de fructificación en las especies que estudiaron, va de uno hasta 6 meses, pero este periodo se puede prolongar debido a que la presencia de frutos varía por especie, explicaron que dicha variabilidad depende de los



periodos de maduración y una vez maduros pueden permanecer en la copa por periodos largos.

Ochoa-Gaona *et al* (2007) registraron la presencia de flores y frutos de 75 especies de municipio de Tenosique, Tabasco, relacionando las fases reproductivas con la precipitación, para dicho propósito recolectaron datos meteorológicos y encontraron que la floración tuvo un comportamiento bimodal con un periodo de mayor floración de marzo a abril (22 especies cada mes) que corresponden a la época con menor precipitación y el segundo pico de floración con 21 especies que se presentó en julio. Sin embargo, la fructificación, en lo general se registró a lo largo del año, donde el mayor número de especies fructificó entre mayo y junio. Estadísticamente hablando, no encontraron una relación significativa entre la fenología reproductiva y la precipitación, pero el pico de floración coincide en la época de menor precipitación; una de sus discusiones plantea que el análisis fenológico por familia botánica, presenta patrones particulares que no necesariamente coinciden con el patrón general.

Vílchez *et al* (2004) en Costa Rica estudiaron la fenología reproductiva de 5 especies forestales de un bosque secundario tropical, realizaron observaciones durante 20 meses en cuatro sitios diferentes, en cada lugar se registraron porcentajes diferentes de floración y fructificación, sin embargo, los porcentajes oscilaron desde un 0.5 % hasta 14.5 % los individuos con flores o frutos. El comportamiento fenológico de las especies con mayor presencia de frutos en los meses húmedos, con excepción de *Pentaclethra macroloba*, tiene frutos durante todo el año y pareciera que su reproducción es más constante e independiente del clima.

En Oaxaca durante la temporada de septiembre 2006 a septiembre 2007 Pineda *et al* (2012) evaluaron a *Vochysia guatemalensis* y *Schizolobium parahyba*, en una selva alta perennifolia de Oaxaca, cuatro eventos fenológicos (floración, fructificación, caída y brote de hojas), con relación a la precipitación y temperatura. *V. guatemalensis* no tiene una fenología determinada por la estacionalidad climática, sino por factores endógenos o geográficos, quiere decir, que depende de aspectos como la radiación solar y duración del día. Mientras que para



Schizolobium parahyba cuya fenología está asociada a la estacionalidad del clima donde la producción de frutos se presentó de julio a septiembre, meses donde aumenta la precipitación.

Ramírez y Álvarez en el 2000 reportaron el estudio fenológico de 28 especies maderables del bosque húmedo tropical en Honduras, realizando un registro de defoliación, floración y fructificación desde 1995 al 2000, además recolectaron muestras botánicas para la identificación taxonómica de las especies. Dichos autores elaboraron un calendario fenológico general de los meses recomendados para buscar frutos y semillas, realizaron una correlación de la floración y fructificación con la precipitación mm/año y establecieron recomendaciones para conservar la viabilidad de las semillas, según la época del año en que se expresan, considerando la cantidad de humedad y la temperatura; además, presentan un catálogo con imágenes y anexan información general sobre las especies que ayudan al reconocimiento en campo de las plantas. Esta información fue considerada importante y sirvió de base para el calendario fenológico que se presenta en este trabajo.



III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El municipio de San Jerónimo Coatlán Oaxaca presenta problemas ecológicos muy graves donde la deforestación y la erosión son los más representativos.

Hasta el momento son muy pocas las acciones que se han emprendido para regularlas y en la mayoría de los casos, no resulta suficiente. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue generar una matriz de selección de especies para tener una metodología cuantitativa que permita decidir y elegir las especies arbóreas óptimas para propagar y reforestar las zonas dañadas, basada en las características fenológicas, morfológicas, estatus de riesgo y usos socioeconómicos.

IV. HIPÓTESIS

¿La aplicación de una metodología cuantitativa basada en las características, fenológicas, morfológicas y de categoría de riesgo, permitirá seleccionar las especies forestales más adecuadas para lograr la reforestación de áreas degradadas y erosionadas?

La selección de las especies basada en criterios cuantitativos permitirá seleccionar las mejores especies para la reforestación de áreas degradadas eliminando la subjetividad.



V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Seleccionar especies de importancia forestal y agroeconómica idóneas para diseñar y establecer un vivero agroforestal en la comunidad de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca.

5.2. Objetivos particulares

Seleccionar las especies forestales típicas de la región con base en su forma biológica, importancia ecológica y económica, que tengan las características ideales para propagarlas y producirlas en vivero.

Elaborar un calendario fenológico de las especies ideales para el establecimiento del vivero forestal y programas de reforestación.

Elaborar fichas digitales con información morfológica, ecológica, etnobotánica y técnicas de propagación particulares para cada especie seleccionada.



VI. MÉTODO

Se seleccionaron las especies a partir del listado florístico publicado por Campos-Villanueva y Villaseñor (1995) para el municipio de San Jerónimo Coatlán. Se eligieron las especies arbóreas enlistadas y se les aplicó el criterio desarrollado en este trabajo, basado en su forma biológica, importancia económica, ecológica y cultural. Se desarrolló una matriz que permitió estandarizar las características y darles un valor numérico, las características fueron: usos, status de riesgo según la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), cantidad de información disponible en formato digital e impreso, técnicas de propagación descritas en la literatura y su distribución geográfica y ecológica. También se documentó la fenología de las especies para establecer sus épocas de floración y fructificación; en el caso de las gimnospermas, producción de semillas. Dicha información se obtuvo mediante la revisión exhaustiva de información en floras regionales, revisiones taxonómicas de familias y géneros, claves taxonómicas y otras fuentes bibliográficas especializadas. Posteriormente, la información se complementó con la obtenida en las etiquetas de ejemplares de herbario, particularmente para aquellas especies no incluidas en las referencias bibliográfica; al mismo tiempo se obtuvieron imágenes de la especie y de sus estructuras diagnósticas como son hojas, frutos y semillas.

Toda la información recopilada fue organizada en una base de datos (cuadro 1) y se ponderó con base en los siguientes criterios: cuatro puntos para especies con estatus en peligro de extinción, tres puntos para especies amenazadas, dos puntos para especies sujetas a protección especial, y un punto para especies que no tuvieran un riesgo aparente. En el criterio de distribución los valores asignados fueron los siguientes: cuatro puntos para las especies muy restringidas (uno a dos estados de la República) tres puntos para las restringidas (tres a cinco estados), dos puntos para aquellas especies medianamente restringidas o de distribución amplia (seis a trece estados) y un punto para las especies ampliamente distribuidas. Con respecto al criterio de usos se les asignó un valor de 0.8 si la especie tenía uso ceremonial, maderable, ornamental,



comestible o medicinal; en el criterio de información disponible se asignaron valores de 0.5 cuando estuvieron disponibles las imágenes, artículos, o documentos digitales de la especie, páginas especializadas, aplicaciones móviles y un punto cuando la información era de herbario o de bibliografía impresa. El valor máximo a considerar fue 16 puntos. Lo anterior con base en los valores usados por Sánchez *et al.*, 2007 en el Método para la Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER).

Cuadro 1. Matriz propuesta para seleccionar especies arbóreas con prioridad para la propagación en San Jerónimo Coatlán, Oaxaca, México.

<i>Nombre de especie</i>				
Criterios	Rubro	Valores del rubro	Rubro obtenido	Puntuación obtenida
Estatus ecológico	Peligro de extinción	4	--	0.0
	Amenazado	3	--	
	Sujeta a protección especial	2	--	
	No requiere atención inmediata	1	--	
Distribución	Muy restringida (1 a 2 estados)	4	--	0.0
	Restringida (3 a 5 estados)	3	--	
	Medianamente restringida o amplia (6 a 13 estados)	2	--	
	Ampliamente distribuida o muy amplia (mayor a 14 estados)	1	--	
Usos	Ceremonial	0.8	--	0.0
	Maderable	0.8	--	
	Ornamental	0.8	--	
	Comestible	0.8	--	
	Medicinal	0.8	--	
Información disponible	Imágenes	0.5	--	0.0
	Artículos o documentos digitales	0.5	--	
	Páginas especializadas	0.5	--	
	Aplicaciones para dispositivos móviles (APP)	0.5	--	
	Herbario	1	--	
	Bibliografía impresa	1	--	
Propagación	Obtención de la semilla	0.8	--	0.0
	Manejo de la semilla	0.8	--	
	Tratamiento pregerminativo	0.8	--	
	Almácigo	0.8	--	
	Trasplante	0.8	--	
			Total*	00.0

*La suma total de los valores indica la cantidad de puntos obtenidos por cada especie. El reconocimiento de especie prioritaria, sugerida o que no requiere atención inmediata para su propagación, se aplica a partir de tres intervalos: 9.7 a 14.9 puntos= especie prioritaria, de 6.0 a 9.6= especie sugerida para propagar y especies con valores menores de 5.9= especies que no requieren atención inmediata para su propagación.



Con la información obtenida de cada especie, se aplicó la matriz descrita en el párrafo anterior y se analizaron las 138 especies arbóreas presentes en el listado de Campos y Villaseñor (1985). La ponderación de cada una de las especies se dividió en tres grupos: grupo uno especies prioritarios para propagar, grupo dos sugerida a propagar y grupo tres especies que no requieren atención inmediata, de acuerdo con el cuadro 2.

Cuadro 2. Intervalo de valores y prioridad para propagar especies.

Estatus de propagación	Valoración
Especie prioritaria para propagar	9.7-14.9
Especie sugerida para propagar	6.0-9.6
Especie que no requiere atención inmediata	<5.9

Se proponen tres intervalos para poder agrupar los puntajes de prioridad de propagación.

Los intervalos que se eligieron para seleccionar las especies se obtuvieron a partir de la distribución de frecuencias de Sturges, lo que permitió proyectar de manera gráfica el comportamiento de las especies en función de los valores que obtuvieron al aplicarles los criterios propuestos. Todas las especies que obtuvieron un valor de 9.7 a 14.9 puntos fueron incorporadas a una base de datos y se elaboraron 29 fichas técnicas de las especies con mayor puntaje para poner a disposición de los usuarios información general de dichas especies.

También se elaboró un calendario fenológico, el cual se estructuró por orden alfabético según la familia botánica, la ortografía correcta de los nombres científicos se valoró y estandarizó de acuerdo a las bases de datos de la International Plant Name Index (www.ipni.org) y del Missouri Botanical Garden (www.mobot.org). Las autoridades de los taxa se citaron conforme Brummitt y Powell (1992) y Campos-Villanueva y Villaseñor (1995). Para elaborar el calendario fenológico se empleó la información recabada durante la revisión



bibliográfica exhaustiva y para las especies que no se encontró la información se obtuvo de ejemplares de herbario (MEXU y CHAPA), a partir de los datos contenidos en las etiquetas y la morfología del ejemplar se establecieron la época de floración y fructificación.

A las especies seleccionadas se les elaboraron fichas técnicas que de forma didáctica pueden ser consultadas por usuarios especializados y no especializados, para ello se utilizó un lenguaje cotidiano y en lo menos posible términos técnicos, solo se conservaron los tecnicismos en la parte descriptiva de las plantas, para su fácil interpretación se anexa un glosario con los términos botánicos y su definición; se procuró establecer la importancia de cada especie y proporcionar descripciones e imágenes que permitan el reconocimiento en campo. Se incluyó información general de la especie como: familia botánica, nombre científico y común, descripción básica de estructuras como hojas, tallo o tronco, inflorescencia, flores, fruto y semilla; los diferentes usos de los recursos tanto regionales como los que se le dan en otra parte del país. La información contenida en las fichas permitió ampliar el potencial ecológico, económico y social de una especie (Arizaga *et al.*, 2009). La finalidad de las fichas fue generar una guía para el manejo en general y particular de especies, ya que incluyó la recopilación de las técnicas de propagación, materiales, herramientas y que no impliquen inversiones costosas o manejo especializado (Arriaga *et al.*, 1994). El formato de la ficha técnica se presenta en un esquema homogéneo con las fuentes bibliográficas particulares para que los usuarios puedan abundar en el conocimiento de la especie.



VII. RESULTADOS

En el presente trabajo se propuso la aplicación de una metodología que intenta ser objetiva para seleccionar a las especies arbóreas ideales u óptimas para propagar en un vivero agroforestal y con ello reforestar las áreas degradadas del municipio. Por esta razón uno de los resultados más significativos es la descripción del uso de la matriz sugerida y su aplicación en la selección de las especies.

7.1. Selección de las especies

La selección de especies se realizó mediante la aplicación de la matriz numérica (cuadro 1) donde se asignaron valores a diferentes características que presentan las especies, tales características fueron: estatus ecológico, distribución ecológica, usos, disponibilidad de información impresa y electrónica, y técnicas de propagación, tomando como base los criterios considerados por Sánchez *et al* (2007) en su matriz para evaluar el riesgo de extinción de especies en México.

7.2. Descripción de la matriz para asignar valores de propagación a las especies

7.2.1 Nombre de la especie: nombre científico de la especie

7.2.2 Criterios de evaluación: es la información básica para reconocer el estado que presentan las especies a las que se aplicó la matriz.

7.2.2.1 Estatus ecológico: se usaron cuatro categorías de riesgo de extinción, de orden jerárquico, tal y como aparece en el MER de Sánchez *et al.*, (2007) y la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); cabe resaltar que solo se excluyó la categoría de probablemente extinta en el medio, debido a que para este estudio no resulta útil.

- Peligro de extinción. Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.



- Amenazadas. Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- Sujeta a protección especial. Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
- Sin riesgo aparente. Las especies con las que no se tiene registro de alguna de las categorías anteriores, se les reconoció como especies que no presentan un grado de riesgo de extinción.

7.2.2.2 Distribución: es el tamaño relativo del ámbito de distribución natural actual en México, considerando el número de estados en los que se distribuye una especie (Sánchez *et al.*, 2007).

- Muy restringida. Se aplica para especies microendémicas y para especies principalmente extralimitales con escasa distribución en México (menor al 5% del territorio nacional, es decir de uno a dos estados).
- Restringida. Incluye especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra en entre el 5 y 15% del territorio nacional (de tres a cinco estados).
- Medianamente restringida o amplia. Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor a 15%, pero menor a 40% del territorio nacional (seis a 13 estados).
- Ampliamente distribuida o muy amplia. Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es igual o mayor a 40% del territorio nacional (más de 14 estados).

7.2.2.3 Usos: se describen los diversos usos que el hombre le da a la planta ya sea como alimento, vestido, materiales para la construcción, también como base fundamental en la variedad de productos necesarios para el bienestar, la salud y la comodidad de los habitantes de la ciudad o del campo, así como la



participación de las plantas en rituales, ceremonias o actividades de las poblaciones o culturas (Rzedowski, 2005).

- Ceremonial. Incluye a todas aquellas actividades donde una planta interviene en actividades de tipo ritual locales o de otras regiones del país, cultivadas de forma tradicional o simplemente como acompañante en cultivos de interés.
- Maderable. Son plantas que se comercializa por su madera, resina, fibras, materia prima para construcción o como combustible.
- Ornamental. Aquellas plantas que sobresalen por la forma, color o aroma de sus hojas, flores o forma del follaje, se consideran con potencial para adornar espacios urbanos principalmente o como objetos de belleza de espacios, eventos o fechas conmemorativas.
- Comestible. Las plantas que se emplean en la alimentación humana de uso local o generalizada, como condimento o platillo principal y que se cultivan de forma tradicional o con potencial para entrar en la canasta básica local de temporal o cultivada.
- Medicinal. Las plantas que se reconocen con efectos positivos contra enfermedades, malestares o de prevención, usados de manera tradicional y con estudios o descripciones científicas que validan dicho uso o que están por validados.

7.2.2.4 Información disponible: en la actualidad las fuentes de información son tan diversas que se requirió diferenciar la fuente y el tipo de información que se obtenía, en este caso los medios digitales, de herbario y bibliográficos.

- Imágenes. Todos aquellos esquemas, fotografías, dibujos disponibles en el internet, con la finalidad de poder reconocer la morfología de las especies en cuanto a su forma, color, tamaño, formas florales, entre otras. Complementando esta información a partir de fotografías de ejemplares de herbario, donde se hizo especial énfasis en ilustrar flores, frutos y forma de la hoja.



- Artículos o documentos digitales. Fueron todas las publicaciones actuales (menos de 10 años) que contuvieron información general o específica de cada una de las especies, poniendo cuidado de que fuera información bibliográfica verificable.
- Páginas especializadas. Todas aquellas páginas de internet de reconocimiento oficial ya sea gubernamentales, de institutos, universidades o blogs de expertos en el área.
- Aplicaciones para dispositivos móviles (APP). Todas aquellas APP desarrolladas por grupos de trabajo oficiales o independientes, disponibles para el reconocimiento de las especies.
- Bibliografía impresa. Fueron todos los documentos impresos como libros, artículos de revistas especializadas, tesis de diferentes grados, folletos, manuales técnicos con información general o específica sobre los rubros considerados en la matriz de selección de especies.

7.2.2.5 Técnicas de propagación: correspondió a todos los datos, descripciones y técnicas empleadas para la propagación de las especies, así como las labores que se requieren para que una planta sea propagada en las primeras etapas de establecimiento, para lograr que superen el estadio de plántulas, y garantice una selección y requerimientos particulares de cada especie (Willan, 1991; Arriaga *et al.*, 1994; ISTA, 2004).

- Obtención de la semilla. Información sobre la adecuada selección de los individuos que permitan obtener la mayor calidad y sanidad de las semillas de cada una de las especies a propagar, incluye la información de las recomendaciones para obtener las semillas, así como la forma y la temporada en que se deben buscar en campo, por lo que la fenología resulta indispensable en este rubro (FAO, 2011; Gold *et al.*, 2004).
- Manejo de la semilla. Corresponde a la información que explica las propiedades de las semillas como ortodoxas o recalcitrantes, a partir de esta información se pueden conocer las particularidades de cada especie para lograr un almacenamiento idóneo, considerando las necesidades que se tienen las semillas, debido a que muchas veces las temporadas de



recolecta no coinciden con la temporada de siembra (Casini, 2007; Jara, 1997).

- Tratamiento pregerminativo. Es la información que indica si una especie presenta o no periodos de latencia y los procedimientos o tratamientos pregerminativos que permita la germinación de las semillas (CATIE, 2000; Hartmann y Kester, 1994).
- Almacigo. Corresponde a la información que permite saber si las semillas pueden germinar en grandes cantidades y con sustratos diferentes al suelo de la localidad, proporciona además, una referencia de los cuidados que se deben brindar a las semillas y plántulas para que superen estos estadios críticos de su ciclo de vida (Giacconi y Escaff, 2004).
- Trasplante. Es la información que permite considerar la densidad de siembra para evitar la competencia y propiciar que las plantas tengan un sistema radical fuerte que les permita establecerse en los sitios finales de reforestación y los cuidados que se deben tener para el trasplante de vivero a campo (Arriaga et al, 1994).

7.2.2.6 Puntuación Total: es la suma de los puntos obtenidas en todos los criterios establecidos y que establece la prioridad de la especie para hacer propagada. Por ejemplo, *Bursera galeottiana* (cuadro 3).

7.3 Ejemplo de aplicación de la matriz

Bursera galeottiana fue la especie con mayor puntaje obtenida de la matriz para asignar el valor de propagación, obteniendo un valor de total de 14.9, debido a su estatus ecológico que resultó como amenazado con valor de 3; distribución restringida (valor de 3), cabe señalar que en estos criterios no se pueden obtener dos rubros al mismo tiempo, solo se puede señalar un rubro; para los criterios de usos, información disponible y técnicas de propagación, los rubros obtenidos son sumables, lo que permite que un criterio pueda obtener más de 1 rubro, como se puede observar en el cuadro 3, donde se *Bursera galeottiana* es usada como maderable, ceremonial y medicinal, cada rubro con un valor de 0.8, dando una



suma de 2.4; las fuentes de información fueron imágenes, artículos digitales, etiquetas de herbario y páginas especializadas (puntuación 2.5); y las técnicas que recomienda la literatura fue en todos los rubros (puntuación 4). Se suman la puntuación de los criterios y para *Bursera galeottiana* se obtuvo un valor total de 14.9 puntos y por lo tanto se considera como una de las especies prioritarias para su propagación.

Cuadro 3. Ejemplo de uso de la matriz para *Bursera galeottiana*.

<i>Bursera galeottiana</i>		Especie prioritaria para propagar		
Criterios	rubro	valoración	dato obtenido	puntuación obtenida
Estatus ecológico	Peligro de extinción	4	--	3
	Amenazado	3	X	
	Sujeta a protección especial	2	--	
	Sin riesgo aparente	1	--	
Distribución	Muy restringida (1 a 2 estados)	4	--	3
	Restringida (3 a 5 estados)	3	X	
	Medianamente restringida o amplia (6 a 13 estados)	2	--	
	Ampliamente distribuida o muy amplia (mayor a 14 estados)	1	--	
Usos	Ceremonial	0.8	X	2.4
	Maderable	0.8	X	
	Ornamental	0.8	--	
	Comestible	0.8	--	
	Medicinal	0.8	X	
Información disponible	Imágenes	0.5	X	2.5
	Artículos o documentos digitales	0.5	X	
	Páginas especializadas	0.5	X	
	Aplicaciones para dispositivos móviles (APP)	0.5	--	
	Herbario	1	X	
	Bibliografía impresa	1	--	
Propagación	Obtención de la semilla	0.8	X	4
	Manejo de la semilla	0.8	X	
	Tratamiento pregerminativo	0.8	X	
	Almácigo	0.8	X	
	Trasplante	0.8	X	
			Total	14.9



7.4 Número de especies seleccionadas

En el listado florístico de la zona de San Jerónimo Coatlán elaborada por Campos-Villanueva y Villaseñor (1995), se documentaron 137 especies arbóreas, se aplicaron los criterios de selección a 135 especies, debido a que para dos de las especies no se encontró información. Se obtuvo que 42 especies (31.10 %) son prioritarias, 41 especies (30.36%) sugeridas para propagar y 52 especies (38.5%) no requieren atención inmediata (cuadro 4).

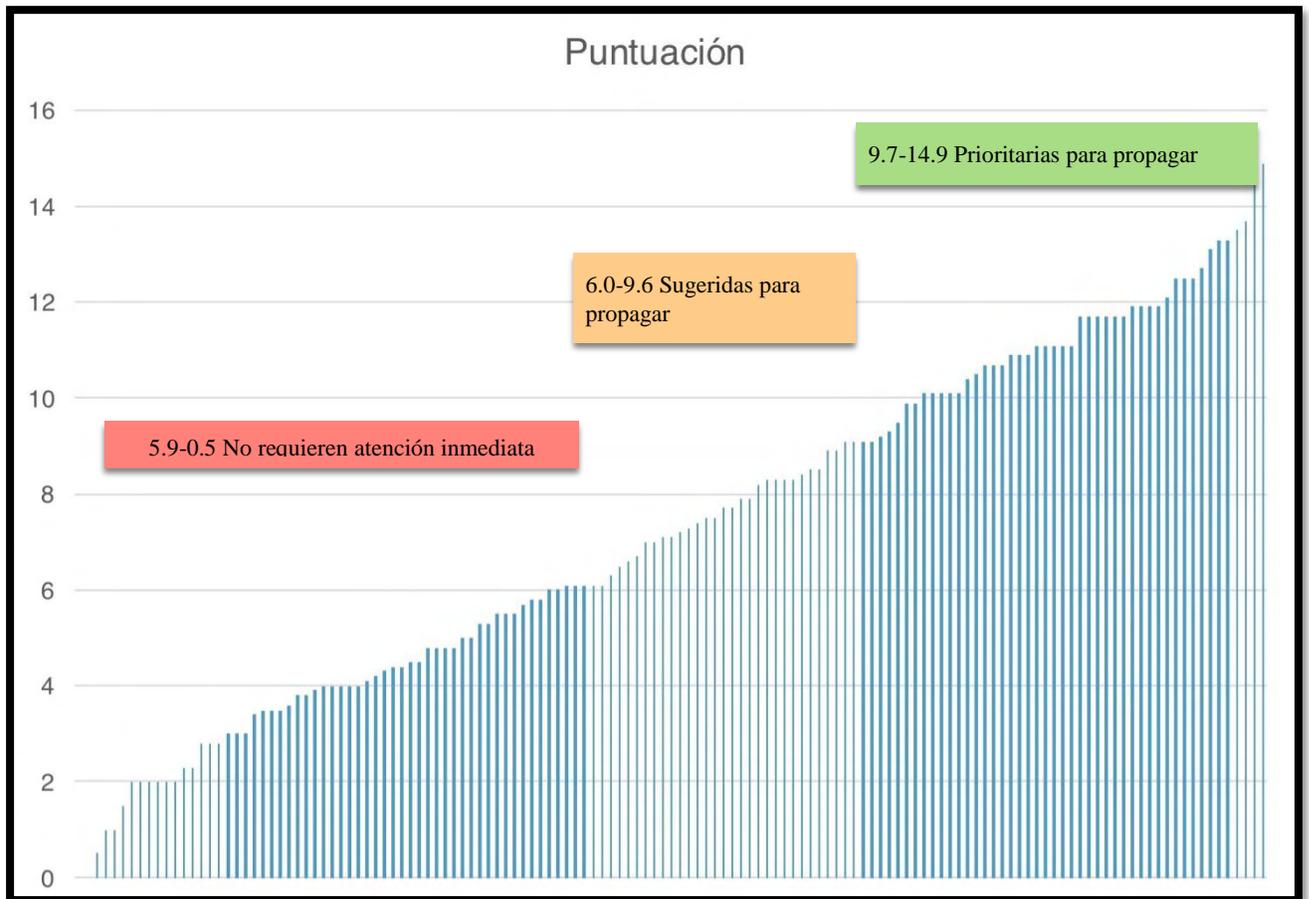
Los valores que obtuvieron las especies presentan una distribución normal y al agruparlos del mayor al menor tuvieron un comportamiento rectilíneo donde se pueden observar tres bloques que corresponden a los intervalos de prioridad de propagación que se usaron en este trabajo; al principio y al final de la gráfica, se observan dos pequeños bloques, los cuales son incluidos en los bloques próximos de mayor tamaño (Figura 3).

Los valores obtenidos por cada una de las especies al aplicárseles la matriz se presentan en el anexo 1.

Cuadro 4. Número de especies consideradas por prioridad para su propagación.

Número de especies en él intervalos de 9.7 a14.9 Prioritaria para propagar	42	31.10%
Número de especies en el intervalo de 6.0 a 9.6 Sugerida para propagar	41	30.36%
Número de especies con valores de 5.9 y menores No réquiem atención inmediata	52	38.5%
Total	135	100%

Figura 3. Valores máximos y mínimos agrupados en orden creciente, resultado de la aplicación de la matriz propuesta para valorar 135 especies.



A partir de la distribución de frecuencias de Sturges se encontraron ocho intervalos los cuales, en orden decreciente, se agruparon en tres bloques y se establecieron sus límites según los siguientes valores: de 0.4 a 5.9 especies que no requerirán atención inmediata, bloque rojo con 52 especies y 38.5%; de 6 a 9.6 especies sugeridas para propagar, bloque naranja con 41 especies y 30.36%; valores de 9.7 a 15.3, especies prioritarias para propagar bloque verde con 42 especies y 31.1% (cuadro 5 y 6).



Cuadro 5. Porcentajes de especies que se agrupan en cada uno de los intervalos calculados.

Intervalos de clase		Clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencias porcentuales
Límite inferior	Límite superior				
0.4	2.17	2.17	10	0.074074	7.40740741
2.27	4.05	4.05	21	0.155556	15.555556
4.15	5.93	5.93	21	0.155556	15.555556
6.03	7.81	7.81	22	0.162963	16.2962963
7.91	9.68	9.68	19	0.140741	14.0740741
9.78	11.56	11.57	20	0.148148	14.8148148
11.66	13.44	13.44	18	0.133333	13.3333333
13.54	15.32	15.32	4	0.02963	2.96296296
			135	1	100

Los valores del intervalo y los porcentajes se agruparon en tres bloques, las especies del bloque verde se consideraron como especies prioritarias para propagar, el bloque naranja son especies sugeridas para propagar en el mediano plazo y el bloque rojo son especies que no requieren atención inmediata.

A partir de los valores del cuadro 6 se construyó un histograma donde se observan los 8 intervalos en porcentaje que corroboran los límites establecidos en el cuadro 5. Sin embargo, la regla de Sturges permite observar grupos más pequeños (Figura 4).

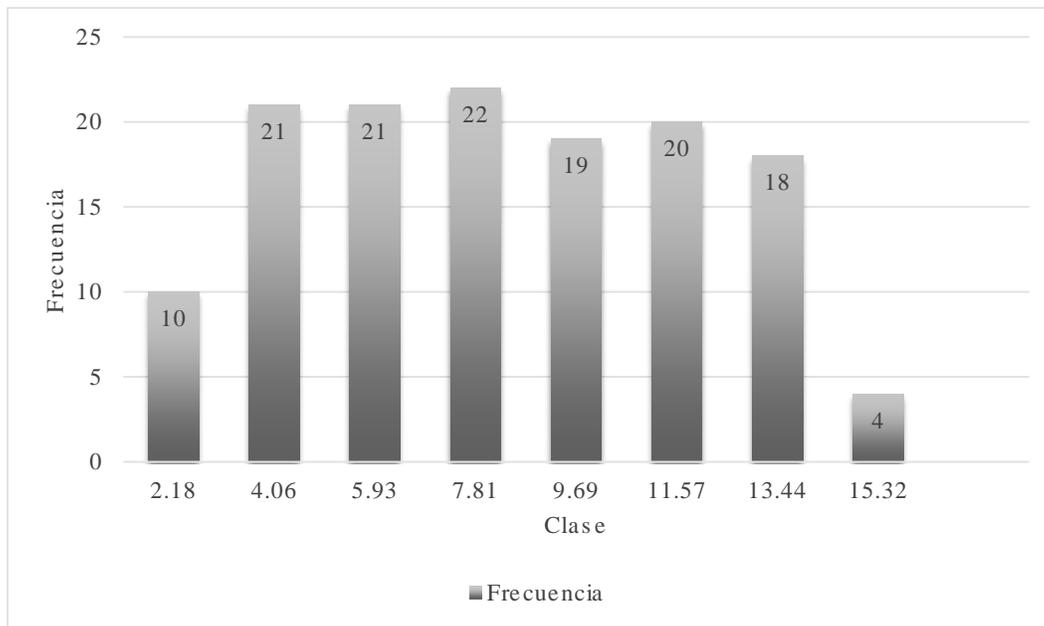


Figura 4. Histograma de frecuencias de la distribución porcentual de los intervalos que se obtuvieron según Sturges.

Los bloques que resultan de la fórmula de Sturges solo varían con 3 especies de diferencia entre intervalo; se aprecian dos bloques al principio y al final con poca presencia de especies, para la clase con valor de 2.17 solo se tiene 10 especies, mientras que en la clase de valor 15.32 solo se presentan 4 especies.

7.5 Calendario fenológico de las especies

Se obtuvo la fenología vegetativa y reproductiva para 97 especies incluidas en el intervalo de plantas prioritarias para propagar (42 especies), las sugeridas para propagar (35 especies) y especies que no requieren atención inmediata (20 especies) de las 137 documentadas por Campos-Villanueva y Villaseñor (1995). El calendario fenológico se generó tomando como base un ciclo anual de floración, fructificación, dispersión de semillas y fase de crecimiento; los datos generados se presentan en el cuadro 6. Las especies se ordenaron por orden alfabético según la familia botánica y el nombre científico de la especie.



Cuadro 6. Fenología reproductiva y vegetativa de 97 especies de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca.

El número "1, indica los meses en que la especie produce frutos y semillas.

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Saurauia leucocarpa</i> Schldl.							1	1				
<i>Viburnum elatum</i> Benth.							1	1				
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth			1	1	1	1	1	1	1	1		
<i>Ilex brandegeana</i> Loes.		1	1	1	1	1	1	1	1	1		
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.			1	1	1	1	1	1				
<i>Oreopanax echinops</i> (Schtdl. & Cham.) Decne. & Planch.	1											1
<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	1										1	1
<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schldl.) Furlow								1	1	1		
<i>Carpinus caroliniana</i> Walter				1	1	1						
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl. var. <i>fagaroides</i>					1	1	1	1	1	1	1	
<i>Bursera galeottiana</i> Engl.						1	1	1	1	1	1	
<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.					1	1	1	1				
<i>Trema micrantha</i> (L) Blume var. <i>micrantha</i>				1	1	1	1					
<i>Capparis heydeana</i> Donn. Sm.	1	1	1	1	1							
<i>Zinowiewia integerrima</i> (Turcz.) Turcz.			1								1	1
<i>Hedyosmum mexicanum</i> C. Cordem.								1	1	1		
<i>Citharexylum donnell-smithii</i> var. <i>pubescens</i> Moldenke			1	1								
<i>Clethra mexicana</i> DC.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Clusia salvinii</i> Donn. Sm.	1		1		1			1			1	
<i>Cornus disciflora</i> DC.		1	1	1								
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.								1	1			
<i>Diospyros campechiana</i> Lundell							1					
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth		1								1		
<i>Croton draco</i> subsp. <i>panamensis</i> (Klotzsch) G.L. Webster							1	1	1			
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby var. <i>mollissima</i>	1											1
<i>Erythrina americana</i> Mill.						1	1	1				
<i>Ormosia oaxacana</i> Rudd			1	1	1	1	1					
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze var. <i>angustissima</i>	1	1	1								1	1
<i>Acacia pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Benth.	1	1	1	1		1		1		1	1	1
<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.								1	1	1		
<i>Lysiloma auritum</i> (Schtdl.) Benth.	1	1	1					1		1	1	1
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	1	1	1	1								1
<i>Quercus acutifolia</i> Née						1	1	1				
<i>Quercus candicans</i> Née						1	1	1				
<i>Quercus cortesii</i> Liebm.					1	1	1	1	1	1	1	
<i>Quercus elliptica</i> Née							1	1	1	1		
<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti								1				
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.						1	1	1	1	1	1	1



<i>Quercus magnoliifolia</i> Née										1	1												
<i>Quercus martinezii</i> C.H. Mull.										1	1	1											
<i>Quercus rugosa</i> Née	1	1																1	1	1			
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.										1	1	1	1	1	1	1							
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.										1	1	1											
<i>Quercus skinneri</i> Benth.	1																	1	1	1			
<i>Quercus splendens</i> Née										1	1	1											
<i>Quercus urbanii</i> Trel.										1	1	1											
<i>Quercus vicentensis</i> Trel.																			1				
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.										1	1	1											
<i>Vismia camparaguey</i> Sprague & L. Riley																			1	1			
<i>Licaria capitata</i> (Cham & Schldtl.) Kosterm.	1																		1	1			
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth																			1	1			
<i>Ocotea helicterifolia</i> (Meisn.) Hemsl.																			1	1	1		
<i>Persea americana</i> Mill. var. <i>americana</i>	1																		1	1	1	1	
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth																			1	1	1	1	
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreat.																			1	1	1	1	
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	1	1																	1	1	1	1	
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Guarea glabra</i> Vahl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.																			1	1	1	1	
<i>Muntingia calabura</i> L.																			1	1	1	1	
<i>Myrcianthes fragrans</i> (Sw.) McVaugh																			1	1			
<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy																			1	1	1		
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. subsp. <i>lineata</i>																			1	1	1	1	
<i>Picramnia antidesma</i> Sw.																			1	1	1	1	
<i>Abies hickelii</i> Flous & Gausen																			1	1	1		
<i>Pinus chiapensis</i> (Martínez) Andresen																			1	1	1		
<i>Pinus devoniana</i> Lindl.	1	1																	1	1	1		
<i>Pinus lawsonii</i> Roezl ex Gordon	1	1																					
<i>Pinus leiophylla</i> Schldtl. & Cham. var. <i>leiophylla</i>																			1	1			
<i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore	1																					1	
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldtl. var. <i>oocarpa</i>																			1	1			
<i>Pinus patula</i> subs. <i>tecunumanii</i> (F. Schwerdtf. ex Eguiluz & J.P.Perry) Styles	1	1	1																			1	
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. var. <i>pseudostrobus</i>	1	1																			1	1	
<i>Piper auritum</i> Kunth	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Monnina xalapensis</i> Kunth																			1	1	1	1	
<i>Polygala oaxacana</i> Chodat																			1	1			
<i>Ardisia compressa</i> Kunth	1	1																				1	
<i>Ardisia escuintlensis</i> Lundell																			1	1	1	1	
<i>Ardisia sexpartita</i> Lundell																			1				
<i>Myrsine juergensenii</i> (Mez) Ricketson & Pipoly																					1	1	1
<i>Roupala montana</i> Aubl.																			1	1	1		
<i>Colubrina ehrenbergii</i> Schldtl.																			1	1	1		
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch var. <i>denticulata</i>																			1	1	1	1	
<i>Prunus rhamnoides</i> Koehne																			1	1	1	1	
<i>Prunus serotina</i> subs. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh																			1	1	1	1	
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.																			1	1	1	1	



<i>Zanthoxylum microcarpum</i> Griseb.								1			1	1	1
<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunt) Hemsl.						1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Salix bonplandiana</i> Kunth var. <i>bonplandia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	1	1	1	1									1
<i>Sapindus saponaria</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	1	1	1									1	1
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don subsp. <i>breviflora</i> Croat							1	1	1	1	1	1	
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don subsp. <i>occidentalis</i>							1	1	1	1	1		
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.						1	1	1	1	1	1		
<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch.									1	1	1	1	
Total	29	28	31	28	31	36	48	57	46	43	33	34	

Calendario fenológico. Se marcó con el número uno aquellos meses en los que la planta se encuentra en fructificación y los cuadros que están vacíos representan la etapa vegetativa de las plantas. La columna que señala el total, representa el número de especies que tiene fructificación en ese mes.

Los meses con mayor presencia de especies en fructificación son julio (48), agosto (57 especies que equivalen al 12 %), septiembre (46) y octubre (43), lo anterior se aprecia en la figura 5.

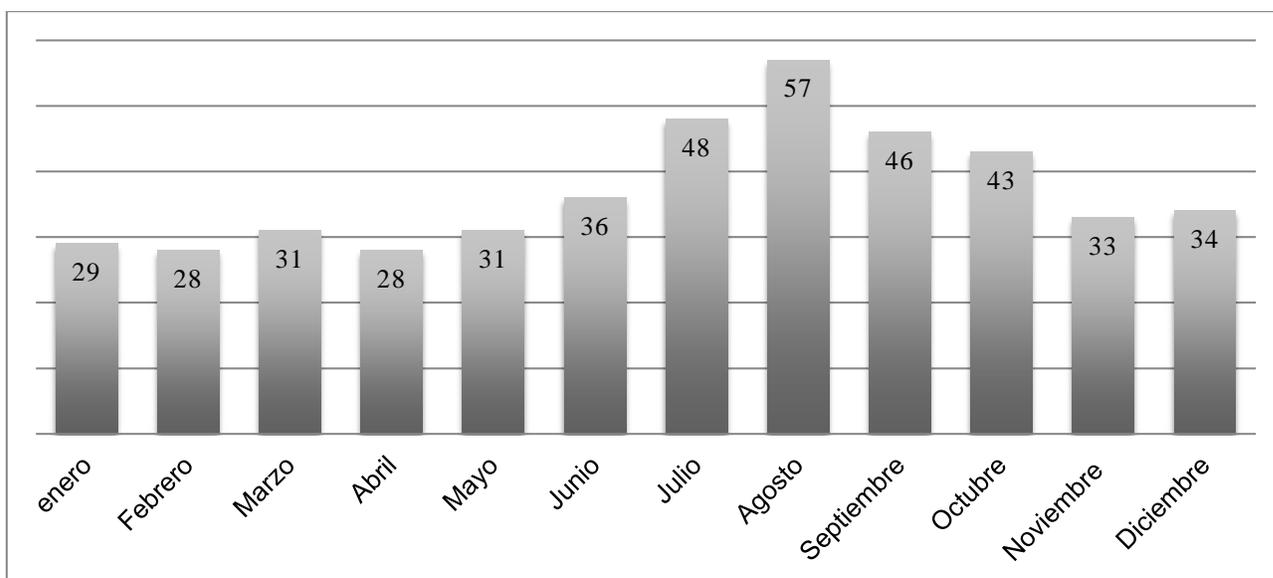


Figura 5. Meses en los que las especies presentan su periodo de fructificación y dispersión de semillas.



7.6 Fichas de especies prioritarias para propagar

Con la información que se obtuvo se llenó el formato de las fichas, las cuales constan de dos páginas, en la primera se incluye: nombre de la especie con autoridad, nombres comunes, distribución, categoría de riesgo de extinción, meses de fructificación, usos (culturales, económicos, ornamentales, comestible y medicinal) proceso de propagación (obtención de semilla, manejo de la semilla, tratamiento pregerminativo, manejo de los almácigos y consideraciones para su trasplante); en la segunda página se dan descripciones de los principales órganos para reconocer la especie en campo tales como, hábito y forma de vida, tamaño de la planta, características del tronco, forma de las hojas, inflorescencia, flores, fruto y semillas. Así mismo, imágenes de hojas, fruto y semillas, la mayoría corresponde a imágenes obtenidas del internet y cuando la información no estuvo disponible, las imágenes se obtuvieron directamente de ejemplares de herbario. Además, se indica la puntuación que obtuvo la especie y este número se usó para establecer el orden de las especies presentadas en el catálogo.



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. Selección de especies

Para muchos autores incluido Pemán-García *et al.*, (2006), Bolaños y Mozcoso (2011) y, Ramirez et al 2012. La selección de las especies idóneas para diferentes actividades como reforestación, diseño de jardines, paisajismo y reforestación urbana es un punto crítico en el cual se deben establecer de forma adecuada y objetiva los criterios características y propiedades de las especies a seleccionar, por tal motivo en este trabajo se estableció una metodología que intenta ser objetiva y cuantitativa que facilita a los usuarios tomar la decisión y con ello seleccionar las especies más adecuadas para el caso particular de la conformación de un vivero agroforestal y producir especies para reforestar las áreas deforestadas del municipio de San Jerónimo Coatlán.

En forma particular para Pemán-García *et al* (2006) la elección de especies se ha realizado considerando factores climáticos y edáficos, ampliados posteriormente a factores ecológicos, biológicos y económicos. Los factores ecológicos se han subdividido en fitogeográficos, climáticos y edáficos, mientras que los biológicos los hicieron en fitosociológicos, de competencia con la vegetación natural, de existencia de simbiontes y de riesgos biológicos por herbívoros, plagas o enfermedades; por último, los factores económicos se han subdividido en económicos directos, indirectos y tecnológicos. El proceso de selección se ha estructurado en tres fases: la primera fase abarcaría los factores ecológicos, la segunda los factores biológicos y la tercera los factores económicos.

El procedimiento general de selección de alternativas para proceder a la elección de las especies implica el desarrollo de tres etapas: identificación de alternativas, evaluación de alternativas y selección de alternativas.

8.1.1. Identificación de alternativas de especies para reforestar.

En cuanto a las especies, el punto de partida puede ser el catálogo de especies dominantes arbóreas, distinguiendo entre las especies que preferentemente aparecen como dominantes exclusivas, de aquellas que pueden



aparecer como subordinadas o intercaladas en agrupaciones que dominan otras estirpes.

Supone seleccionar las especies compatibles con las características ecológicas del área a repoblar. Para ello se empleó el cruce de información entre las características del medio físico y bióticos del área a tratar, con las exigencias ecológicas de las especies. Se hizo un especial énfasis en la necesidad de considerar escenarios futuros del cambio climático, para que la cubierta vegetal que se va a restaurar perdure en el tiempo.

8.1.2. Evaluación de alternativas

Una vez identificadas las especies que son compatibles con las características del medio físico y bióticos del área a reforestar, siempre que se hable de más de una, se procedió a realizar la evaluación en función de una serie de criterios o atributos que estaban en relación con los objetivos definidos en el proyecto y fueron acordes al régimen de explotación de perturbaciones al que está sometido el área a repoblar. Los criterios pueden ser muy diversos, de acuerdo con el tipo de restauración a realizar, pudiendo citar como ejemplo los siguientes: ecofisiológicos, económicos, culturales, de diversidad, faunísticos, paisajísticos, de respuesta a las perturbaciones y sociales.

Criterios ecofisiológicos. Los mecanismos de respuesta frente al estrés o la plasticidad fenotípica de las especies para hacer frente a los factores que puedan alterar el área a repoblar.

Criterios económicos. Son muy variados, pudiendo citar: el coste de establecimiento, utilidad y valor de los productos, el plazo de obtención de beneficios, la duración del periodo de acotamiento del área a repoblar a otro tipo de usos y aprovechamiento, el interés tecnológico de un determinado producto.

Criterios culturales. Engloba atributos como el temperamento, crecimiento, porte, el enraizamiento o la longevidad.

Criterio de diversidad. Conocer el grado de significación de las diferentes especies, dentro entrarían atributos como el de autóctono, nivel evolutivo o



sociabilidad. La utilización de especies exóticas conduciría a ecosistemas diferentes propios de las actuaciones de rehabilitación.

Criterios faunísticos. Pueden englobar interacciones de signo positivo o negativo. Entre las negativas estarían los daños causados por los herbívoros sobre las semillas o las plantas jóvenes. Entre las interacciones positivas cabría citar su capacidad para el refugio, la nidificación o la alimentación que podrían valorar las especies de fauna.

Criterios paisajísticos. En estudios de paisaje, se realizan a nivel de agrupación vegetal o en unidades superiores. Términos como heterogeneidad cromática y la altura media del estrato superior son propiedades que podrían evaluarse.

Criterio de respuesta a las perturbaciones. El tiempo de restauración de la comunidad inicial después de una perturbación se conoce como resiliencia, y este es el parámetro que se usa para evaluar los mecanismos de respuesta de las especies en áreas perturbadas.

Criterios sociales. Son atributos de aceptación o utilidad que la sociedad le da a una especie.

A partir de la integración de los términos comentados (Fig. 6) queda patente cómo la repoblación forestal, en su más amplia acepción, es una herramienta fundamental en la restauración ecológica.

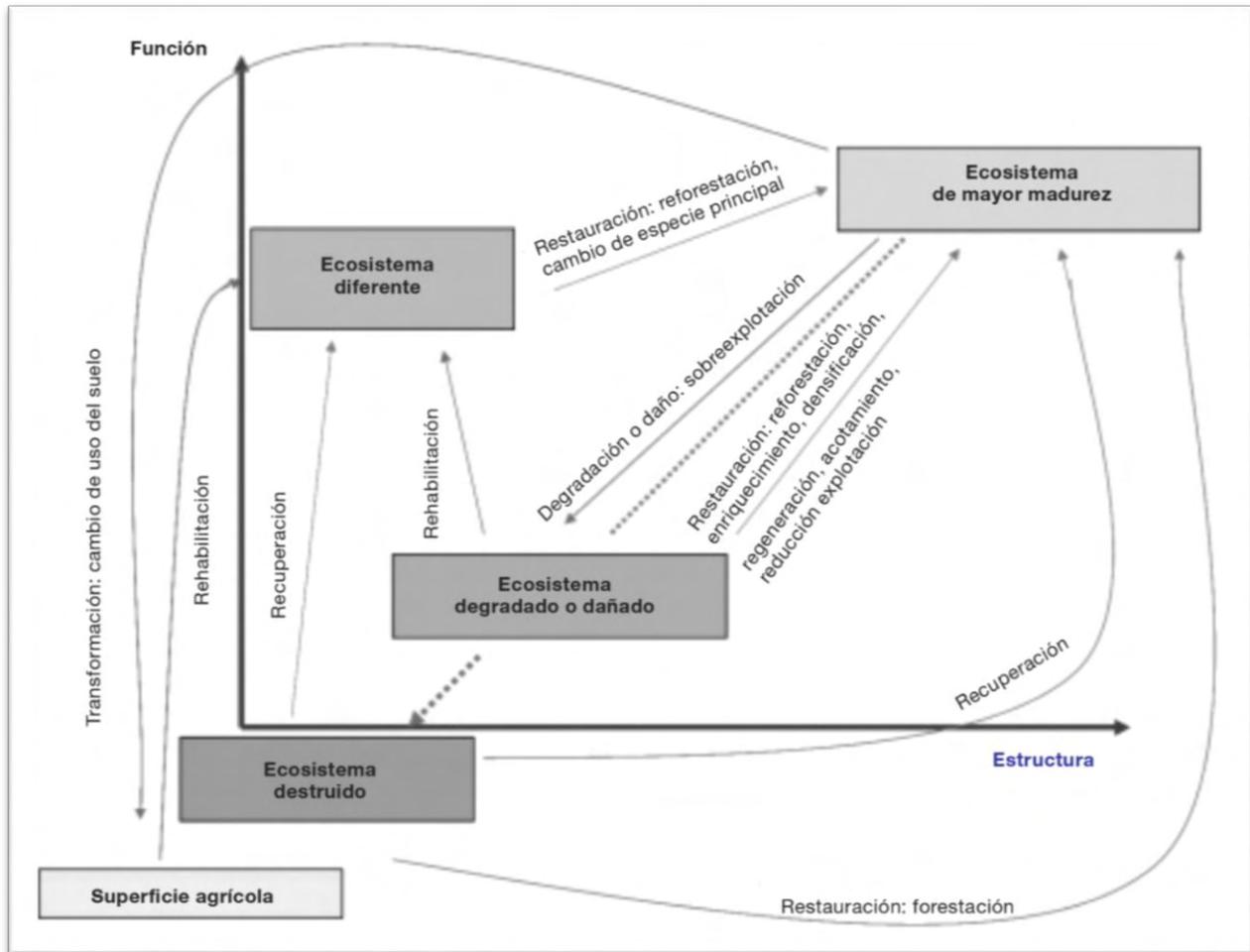


Figura 6. Diferentes opciones para el restablecimiento de un ecosistema degradado.

La repoblación forestal es una de las alternativas técnicas más importantes en la restauración ecológica. La selección correcta de las especies es una de las decisiones más importantes del proyecto, por las implicaciones significativas que a largo plazo tiene en los costes de gestión y en el valor de la comunidad final. Analizar los factores y las etapas del proceso de selección, así como los conceptos teóricos que han servido de base a los modelos de restauración forestal (Pemán-García *et al*, 2006).



Para seleccionar especies Pemán-García y colaboradores (2006) indicaron que esta actividad depende de los objetivos que se quieran alcanzar, en el caso de la selección de especies en algún estatus de riesgo de extinción Sánchez *et al* (2007) establecieron un método que emplea cuatro criterios a los cuales se les asigna un valor de 3 a 4 valores, que indican grados ascendentes de riesgo de extinción, este método propone criterios independientes entre sí.

Este Método de Evaluación de Riesgo (MER) es una herramienta que busca ponderar por medio de una escala jerárquica, los factores que afecta a una especie a la escala el país, con base en el resultado del análisis, la especie puede ser asignada en una de dos categorías de riesgo o se puede proponer su inclusión en otro estatus. Cuando se le da un valor a los criterios del MER se proceda a cada uno de los criterios y se determina el riesgo de extinción con base en los intervalos ya establecidos para la asignación de la categoría de riesgo a la que va a pertenecer: taxón que suma de 12 a 14 puntos = peligro de extinción. Taxón con suma de 9 a 11= amenazado.

El método propuesto en este trabajo (figura de la matriz de evaluación propuesta por nosotros) tiene su base en el MER y en los aspectos considerados por Pemán-García *et al.*, (2006).

Otros autores (Bolaños y Moscoso, 2011) propusieron una herramienta metodológica constituida por dos componentes: el primero analiza los requerimientos a tener en cuenta para incluir especies vegetales en superficies verdes (techos, muros, y terrazas); el segundo, es la matriz para la selección acertada de las especies vegetales a incluir, puesto que mediante una sencilla sumatoria permite visualizar las diferentes especies, con sus respectivos atributos y su puntaje final; Bolaños y Moscoso asignaron valores a trece categorías con un intervalo de cero a tres puntos, donde son seleccionadas las especies con el puntaje más alto; tal y como se realizó en este proyecto donde se intentó proponer una opción metodológica-cuantitativa; por consiguiente consideraron que no es necesario plantear valores de referencia puesto que la selección de las especies depende de la localización del proyecto, por ejemplo, si se establecerá en una región con clima altamente lluvioso y húmedo, o en una zona con clima seco.



Pérez *et al.*, (2012) para seleccionar especies forestales nativas como fuente de semillas para la reforestación en Perú desarrollaron un método que consistió en la selección de los árboles tomando en cuenta cantidad de individuos características del árbol, características del lugar y características fenológicas, para ello elaboraron cuadros donde se concentraron datos dasométricos, datos cualitativos, como forma del fuste, posición de ramas, rectitud del tronco. Los árboles que se seleccionaron fueron aquellos que presentaron las características más deseables y los mayores valores de las características cuantitativas. Las características fenológicas para la matriz propuesta en este trabajo no se consideraron para establecer la sumatoria. Pero si se realizó el análisis fenológico mismo que permite a los usuarios del método propuesto saber las mejores temporadas para hacer la recolección del germoplasma.

Para Romero-Mejía (2005) las especies que se seleccionen deben ser en lo posible pioneras leñosas y/o herbáceas que en condiciones naturales favorezcan el avance de la sucesión ecológica, o que generen la formación de núcleos de recursos y sean utilizadas comúnmente por los pobladores locales; por lo cual se recomienda incluir en la selección de especies, además de criterios de orden biológico y ecológico, criterios de orden social relacionados con la importancia de algunas especies para las comunidades locales. En la matriz para seleccionar especies que proponemos se consideró muy importante incluir dentro del proceso de selección de las especies los usos, para que los pobladores además de tener un beneficio ecológico se tuviera un beneficio social

El método de Romero-Mejía (2005) para la selección de especies evalúa los siguientes parámetros: presencia de la especie dentro de la zona, presencia de semillas, presencia de plántulas silvestres, ocurrencia en sitios abiertos, cobertura de copa, facilidad de reproducción por semilla, hojarasca en el suelo, rapidez de descomposición de la hojarasca, capacidad de establecimiento en sitios mal drenados y presencia de regeneración de la especie. Además de su frecuencia y abundancia donde se usaron valores del uno al cinco (1= muy escasa, 2= escasa, 3= medianamente abundante, 4= abundante, y 5= muy abundante). Los valores obtenidos se interpretaron mediante una matriz de cinco intervalos donde la



puntuación que obtuvo cada especie permitió asignarle uno de los siguientes estatus: 0-20 no adecuadas, 21-30 poco adecuadas, 30–40 adecuadas, y 40-50 muy adecuadas.

Las especies evaluadas que no son seleccionadas, pese a no ser adecuadas para restaurar áreas con malas condiciones de drenaje, si lo son para recuperar áreas bien drenadas, por lo cual se recomendó su uso en proyectos de áreas degradadas con buenas condiciones de drenaje; entendiéndose así que de las especies que no se seleccionaron pueden funcionar en etapas o condiciones futuras, cuando se tengan las condiciones necesarias para que sobrevivan. (Romero-Mejía, 2005). En esta tesis se consideró la idea anterior pues como resultado de la aplicación de la matriz de selección de especies resultaron algunas en la categoría de “no requieren atención inmediata”; sin embargo, sí se toma en consideración lo anteriormente documentado por Romero-Mejía (2005) se puede decir que estas especies pueden ser importantes en otro tipo de áreas y bajo otras condiciones, incluso en San Jerónimo Coatlán si el tiempo y los recursos lo permiten.

Para Ipinza-Carmona (1998), la selección comienza con establecer cuidadosamente las características que definirán un árbol plus, dichas características deben ser aquellas que estén directamente relacionadas con el objetivo del programa, por ejemplo: presentar variación genética, tener importancia económica, y presentar niveles aceptables de control genético. Las características con un bajo valor relativo pueden ser eliminadas y seleccionar sólo aquellas que sean realmente importantes. Para las características más importantes se puede fijar un valor mínimo debajo del cual el candidato se rechaza.

De manera similar a lo realizado en este trabajo Vázquez-Yañez *et al.*, (1999) realizaron un listado de árboles y arbustos leñosos potencialmente útiles para la reforestación y la restauración ecológica. Dichos autores seleccionaron 233 especies nativas y 7 especies introducidas de América. El criterio de selección para estas 240 especies se centró básicamente en que fueran especies multipropósito, es decir, importantes prestadoras de servicios al ambiente, proveedoras de uno o varios productos útiles al hombre y con características



prometedoras para emplearse en programas de restauración y reforestación en las diferentes regiones ecológicas del país.

Como en la presente investigación el estudio de Vásquez-Yáñez se basó en la búsqueda y sistematización del conocimiento científico y tradicional para las especies seleccionadas donde se reunió la mayor cantidad posible de información a partir de diversas fuentes como artículos publicados en revistas científicas, monografías, reportes, informes, tesis, libros, consultas a INTERNET y herbarios. Además que revisaron los ejemplares de las especies en los herbarios MEXU (Herbario Nacional de México) y el ENCB (Herbario del Instituto Politécnico Nacional), para obtener información taxonómica, geográfica, ecológica, biológica o etnobotánica.

La información extraída por estos autores tanto de los herbarios, como de la literatura fue utilizada para alimentar una base de datos computarizada en ACCESS, y elaborar un manual, en donde se concentró la información en forma de monografías o informes individuales, para 70 de las 240 especies leñosas seleccionada.

Con base en los autores referidos, el método propuesto en este trabajo para realizar la selección de las especies incluyó algunos de los aspectos más importantes y recomendaciones de cada trabajo anteriormente citado, pero en contraste, a los resultados e información obtenidos se les aplicaron procedimientos estadísticos para poder proyectar de forma gráfica el comportamiento de los resultados, uno de estos fue la distribución de frecuencias basada en la regla de Sturges, la cual permitió obtener los intervalos de valores para seleccionar las especies y asignarles los estatus de prioritaria para propagar, sugerida para propagar y las que no requieren atención inmediata.

8.2. Calendario fenológico

El cuadro fenológico fue una herramienta importante en este trabajo debido a que permitió establecer las épocas del año (meses) más adecuados para encontrar. La mayoría de las especies en estado reproductivo, en particular el momento de



producción y dispersión de frutos y semillas con lo cual facilita a las personas interesadas la recolecta de germoplasma. Cabe destacar que múltiples autores como Vizanasa y Suares (1997), Ramirez y Alvarez (2000), Hechavarría (2000); Vilchiz *et al* (2004), Larez *et al* (2005), Ochoa-Gaona (2007), Pineda *et al* (2012); han destacado que los estudios fenológicos de los árboles son muy importantes pues reflejan las complejas interacciones que tiene la fisiología de los árboles con los factores ambientales que prevalecen a lo largo de la etapa vegetativa y reproductiva de las especies. Es decir, todos aquellos factores bióticos y abióticos que afectan la duración de las fases fenológicas en los distintos años por ejemplo Larez *et al.*, encontraron que la floración de los bosques húmedos premontanos ocurre durante la época seca y la fructificación se desplaza con dos o tres meses de diferencia. Estos resultados son semejantes en San Jerónimo Coatlán, donde la producción de frutos y semillas coincide con los meses de mayor humedad del bosque mesófilo, así mismo la floración se encontró semiestacional donde el 51.8 de las especies desarrollan flores y frutos en un periodo de tres a cuatro meses (julio-octubre).

Cabe destacar que la fenología es, junto con el conocimiento florístico, la primera etapa a realizar en el estudio de organismos de cualquier ecosistema. La fenología determina los momentos en que los organismos diferencian sus tejidos para expresar las modificaciones fisiológicas que se producen bajo factores climáticos y permiten el desarrollo e intercambio de las fases vegetativas y reproductivas de las plantas (Da Silva y Maranzon, 1994). A continuación se resumen algunos trabajos que fueron importantes para iniciar y desarrollar la fase del proyecto referente a la fenología de las especies seleccionadas.

Autores como Hechavarría (2000) establecieron métodos para determinar la fenología de los árboles y hacer a esta información más fácil de analizar; siguiendo este ejemplo se elaboró un cuadro fenológico que incluyó el nombre de la especie, los meses del año en los que se produce la fructificación, la procuración de semillas y se sumaron el número de especies que coincidían en algunos meses en la floración-fructificación, con ello se determinó que el mejor



momento para recolectar la mayoría de las especies es en la época menos húmeda, en este caso esta información puede ser la base para futuros trabajos de investigación en la zona donde se quiera establecer bancos de germoplasma, diseñar viveros y propagar especies además, será de gran utilidad para establecer planes silviculturales tales como: programas de recolección de semillas, fomento al desarrollo de la regeneración natural, establecimiento de viveros y plantaciones forestales, programas de propagación vegetativa, polinización dirigida y estudios sobre poblaciones.

8.3. Fichas de especies seleccionadas para propagar

Autores como Pemán-García *et al* (2006), Perez *et al* (2011), Ipinza (2016) han documentado que el proceso de selección de especies es complejo y está en función de los objetivos del estudio, del número de especies y la importancia para el ser humano, de tal manera que establecer un criterio estandarizado es complicado por ejemplo, Sánchez *et al*, 2007 para evaluar el riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER) consideró 4 criterios que suman 14 puntos totales donde la forma de aplicación se basa en el puntaje que cada especie obtiene, de tal forma: si el taxón suma entre 12 y 14 se considera en peligro de extinción, si la puntuación se halla entre los 10 y 12 puntos se considera como amenazada, mientras que si el valor es menor a 10 se considera como sujeta a protección especial, en este caso el MER y su intervalo de valores requiere que se documente de manera precisa cada uno de los criterios y que existan de forma explícita toda las referencias bibliográficas y de más fuentes de información usadas (Tambutti *et al*, 2001). Por esta razón el trabajo de Sánchez fue parte importante como referencia para diseñar el método de selección propuesto en este trabajo.

Una vez que el proceso de selección a concluido resulta importante concentrar la información en un documento que sea pensado en el usuario final y con ello promover el uso de esta herramienta y facilitar al usuario su lectura comprensión y aplicación. Por estas razones en este trabajo toda la información



recabada y producida se concretó en fichas para cada especie considerada prioritaria y se incluyó la información más relevante desde nuestro punto de vista por ejemplo la forma de cómo reconocer la especie en campo, los usos el estatus de conservación, la forma de propagar, entre otros.

Toledo *et al* (2005) presentaron un catálogo de plántulas de sesenta especies forestales de Bolivia, ilustrando y describiendo las características más sobresalientes de las plántulas; para algunas especies incluyeron imágenes de frutos y semillas, también usaron información de nombres comunes, nombre científico y la familia botánica. Procuraron un lenguaje sencillo, pero aprovecharon la oportunidad de familiarizar a los campesinos que empleen dicha guía, con términos botánicos en la descripción de una planta, además incluyeron un glosario ilustrado. Resaltaron la importancia del uso de la guía para lograr un manejo forestal sostenible. Este aspecto se intentó repetir para el catálogo técnico de las especies que se seleccionaron en este trabajo.

En la Selva Lacandona se concentra una gran diversidad de especies de interés local, nacional e internacional, por lo que Dañobeytia *et al.*, (2005) presentan un libro de árboles útiles para la restauración ecológica, en el cual concentraron información básica para el reconocimiento fisionómico, métodos de tratamiento de las semillas para optimizar el éxito en la germinación, dan recomendaciones para favorecer el crecimiento de la planta en viveros rústico. Recopilaron el conocimiento tradicional maya lacandón y las aplicaciones que tengan dichas plantas; aportan datos de las interacciones y el papel ecológico que las especies desempeñan. Complementaron la información con fichas técnicas de 28 especies nativas con la siguiente información: nombre común; reconocimiento de características organolépticas (vista, olfato y gusto); fotografías a color de la corteza externa e interna, de las semillas y de las plantas jóvenes; características ecológicas, técnicas de propagación; recomendaciones para el establecimiento de las plantas; y usos.

Villegas *et al* (2002) presentaron las especies más representativas con importancia en la apicultura del estado de Chiapas, destacan la importancia de conocer la flora que se presenta en el estado, abarcando los diferentes tipos de



vegetación. La parte más extensa de la publicación fue presentar la flora de importancia apícola en formato de fichas técnicas por especie con información como: Nombre común, nombre científico, descripción botánica, información fenológica, usos, forma de propagación, imágenes a color. Las consideraciones que realizan estos autores en sus publicaciones sobre las especies que presentan de forma simple, coinciden en muchos puntos con las que se presentan en esta investigación.



VII. CONCLUSIONES

En este trabajo se hace la propuesta de un método para la selección de especies con potencial agroforestal especies propias del tipo de vegetación dominante en la zona de estudio donde destacan: *Bursera galeottiana*, *Litsea glaucescens*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Pinus chiapensis* y *Quercus candicans*.

La matriz diseñada y propuesta en este trabajo es cuantitativas y fue analizada estadísticamente, por lo cual puede eliminar la subjetividad durante el proceso de selección de especies para diseñar y propagar especies.

La propuesta de criterios de selección incorpora información sobre estatus de conservación usos información sobre el manejo, cultivo y labores culturales en general, distribución y características morfológicas útiles en el reconocimiento de las especies con lo cual se incorporan los aspectos social, biológico y ecológico dichos aspectos pueden ser enriquecidos correlacionando factores ambientales.

La fenología de las especies y la duración de cada fenofase es variable, debido a que depende de factores como la precipitación y temperatura por lo tanto es importante correlacionar estos factores a lo largo de varios años para aumentar la probabilidad de encontrar las semillas y propagar las especies de interés

Es importante considerar que las especies que no requieren atención inmediata deben ser estudiadas para incluirlas en programas de reforestación, sin embargo, requerirán de estudios individuales que permitan reconocer su valor.



El tiempo de duración de cada fenofase es variable para cada especie, sin embargo, se interpreta que se debe a que las especies dependen de las condiciones de disponibilidad de humedad del ambiente para la dispersión de semillas, por lo que registrar el comportamiento fenológico es indispensable para aumentar la probabilidad de éxito al propagar las especies de interés



LITERATURA CITADA

- Arizaga, S., Martínez, C., Salcebo, M. y M. Bello. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D. F.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa E. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. D. F.
- Arraiga, V., Cervantes, V. y A. Vargas. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de la planta. Instituto Nacional de Ecología. México. D. F.
- Azqueta, D., Alvilar, M., Domínguez, L., y O’Ryan R. 2007. Introducción a la economía de ambiental. Ed. McGraw-Hill. Segunda edición. España.
- Bolaños, S. T. y Moscoso H. A. 2011. Consideraciones y selección de especies vegetales para su implementación en ecoenvolventes arquitectónicos: una herramienta metodológica. *Revista nodo*. No. 10, **5**: 5-20. Colombia. Bogotá.
- Brummitt, R. K. y C. E. Powell. 1992. Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp [4], 732. Price: £ 24.00. ISBN: 0-947643-44-3.
- Campos-Villanueva, A. y J. L. Villaseñor. 1995. Estudio florístico de la porción central del municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **56**:95-120.
- Cartujano, S., Zamudio, S., Alcántara, O., e I. Luna. 2002. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. Instituto de Ecología. Michoacán, México.
- Casini, C. 2007. Producción de semillas. Análisis de semillas. Año 1 número 1. Buenos Aires Argentina.



- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Manual técnico. Ed. Danida Forest Seed Center. No. 39. Costa Rica.
- Céspedes-Flores, S. y E. Moreno-Sánchez. 2010. Estimación del valor del área de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. Investigación Ambiental, Vol. 2. Universidad Autónoma del Estado de México. Texcoco.
- Cruz Martínez E. 2011. Plan de desarrollo municipal 2011-2013. H. Ayuntamiento constitucional de San Jerónimo Coatlán. Oaxaca. México.
- Cuéllar, N. A. 2008. Manual práctico para reforestación. Grupo editores latino. Bogotá.
- Da Silva, R. y L. Maranzon. 1994. Características fenológicas de *Melanoxylum brauma* Schoot en Vicosá. Minas Gerais. Rev. Avore **13 (912)**: 208-209.
- Dañobeytia, F., Tacher, S., Rivera R. y A. Sánchez. 2005. Árboles de la Selva Lacandona útiles para la restauración ecológica. Comisión Nacional Forestal. Chiapas, Mexico.
- Font-Quer, P. 1979. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, S. A. Barcelona.
- FAO. 2011. Semillas en emergencia: manual técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. García de la Cruz, Y., Ramos-Prado, J., Quintanar I. P., y A. Hernández-Ramírez. 2014. Bosque de niebla: importancia, situación y manejo. *Elementos* No. 93. Pp 23-29.
- Granados-Sánchez D. y López-Ríos G. 2000. Sucesión ecológica, dinámica del ecosistema. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. Pp 13-17.
- Giacconi, M. V. y G. M. Escaff. 2004. Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. Decimoquinta edición. Santiago de Chile.



- Gliessman, S. R. 2000. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. CRC Press LLC. USA
- Gómez, G. J. 2012. Efecto de diferentes sustratos en la germinación, nutrición y desarrollo postemergente de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) Brocoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.), jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), tomate (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Hornem.) y pimiento (*capsicum annuum* L.). Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Mexico D. F.
- Gold, K., P. León-Lobos y M. Wite. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de investigaciones agropecuarias centro regional de investigación INTIHUASI, la SERENA, Chile. Boletín INEIA No. 110.
- Grijpm, P. 1982. Producción forestal. Trillas. Primera edición. México.
- Hartmann, H. T. y D. Kester. 1994. Propagación de plantas. (2ª. Ed.) México: Compañía editorial continental, S.A. de C.V.
- Hechavarría K. O., Rodríguez, E. Morales, N. Vera, N. Espín, G. Corrales, B. Fuentes, V y A. Pérez. 2000. Calendario fenológico de 51 especies forestales de Cuba. *Revista forestal centroamericana* No. 30. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Costa Rica. Pp 5-8.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informatica (INEGI). 2007. Carta geológica minera. 1:50,000. Oaxaca de Juárez. E14 D47. Oaxaca.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informatica (INEGI). 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, San Jerónimo Coatlán, Oaxaca. Clave geoestadística 20159. En línea: <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/20/20159.pdf>> Fecha de consulta: Febrero, 2014.



- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. Science and technology rules. Internacional rules for seed testing.
- Ipinza-Carmona, R. 1998. Métodos de selección de árboles plus. Curso: Mejora Genética Forestal Operativa. Universidad Austral de Chile. Ed. Artes Gráficas y Centenario. Pp. 105-113
- Jara, N. L. F. 1997. Recolección y manejo de semillas forestales antes del procesamiento. Danida Forest Sid Centre. Materiales de enseñanza, No. 88.
- Jardel-Pelaez, E. Cuevas-Guzmán, R. Santiago-Pérez, A. y J. Rodríguez-Gómez. 2014. Ecología y manejo de los bosques mesófilos de montaña en México. Bosques mesófilos de montaña de México, diversidad, ecología y manejo. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. D. F. Pp. 141-181.
- Lárez, A., Mayz, J., y N. Alcorcés. 2005. Fenología reproductiva de árboles y otros biotipos en el municipio Caripe el estado Monangas. *Ernstia*, **(15)**; 107-128.
- Meffé, G. K. y C. R. Carroll. 1994. Principles of conservation biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Nair. R. P. K. 1993. An introduction to agroforestry. International Center for Research in agroforestry in cooperation with. Ed. Klgwer Academic Publishers. USA.
- Ochoa-Gaona, S., Pérez, I. y H. J., Jong. 2007. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Revista de Biología tropical*. **56**. Pp. 657-673.
- Pemán-García, J. Navarro-Cerrillo, R. y R. Serrada Hierro. 2006. Elección de especies en las repoblaciones forestales, contribuciones del profesor Ruíz de la Torre. Investigación Agraria: Sistema de recursos forestales. Fuera de serie. España. Pp 87-102.
- Pérez C., D., Vacalla-Ochoa F., Oliva V. M. y C. A. Tucto. 2012. Selección de especies forestales nativas para fuente semillas para reforestación en



- Molonopampa, Amazonas-Perú. Insituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Chachapoyas, Perú.
- Pineda H. E., Valdez H. J. y M. López. 2012. Fenología de *Schizolobium parahyba* y *Vochysia guatemalensis* en una selva alta perennifolia de Oaxaca, México. *Botanical sciences*: **90 (2)**; 185-193.
- Ramírez, J. A. y R. R. Álvarez. 2000. Estudió fenológico de 28 especies maderables del bosque húmedo tropical de Honduras, cinco años de estudio (1995-2000). Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Ed. PROECEN. Honduras.
- Ramírez, L. A., Navarro G. H., Pérez O. A. y Cetina, V. M. 2011. Experiencia organizativa para la reforestación con *Pinus oaxacana* Mirov. en suelos degradados de la mixteca oaxaqueña. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. **2 (7)**: 57-70.
- Rendondo, A. B. 2011. Diversidad y distribución altitudinal de maíces nativos en la región de los Loxicha, Sierra Madre del Sur Oaxaca. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. FZ003. México, D.F.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Rzedowski, G. C. de J. Rzedowski. 2005. Flora fanerogámica del valle de México. 2ª. Ed., 1ª reimp., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro Michoacán.
- Romero-Mejía, A. 2005. Propuesta metodológica para seleccionar especies pioneras leñosas con fines de restauración ecológica, dentro de la Reserva Biológica Cahalú (Encino-Santander). *Colombia Forestal* **9 (18)**. Pp 52-59.
- Salmerón, G. J. 1995. Manual de repoblaciones forestales II. Escuela técnica superior de ingenieros de montes. Madrid.



- Sánchez, O., Márquez, H. P., Vega, E., Portales, G., Valdez, M. y Azuara, D. 2005. Temas sobre restauración ecológica. Instituto Nacional de Ecología. México. D. F.
- Sánchez O., Medellín R., Aldama A., Goettsch B., Soberón J., y Tambutti M. 2007. Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D. F.
- Sánchez-Ramos G. y R. Dirzo. 2014. El bosque mesófilo de montaña de México: un ecosistema prioritario amenazado. Bosques mesófilos de montaña de México, diversidad, ecología y manejo. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. Pp. 109-137.
- Sánchez V L., Galindo G. J., y Díaz F F. 2008. Ecológica, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México: ecología florística y restauración del bosque mesófilo de montaña. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad., México, D. F. Pp 20 – 25.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos (SARH). 1985. Inventario Forestal del estado de Oaxaca. Secretaria de Agricultura y Recursos hidráulicos. Publicación Especial, México.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). 2010. Comité de información. Expediente CI-011ORD-2010-026.
- SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación, jueves 30 de diciembre de 2010.
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society For Ecological Restoration International (fecha de consulta 26-diciembre-2016).



- Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Oaxaca (SGGEO). 1988. Enciclopedia de los municipios de Oaxaca. Oaxaca.
- Tambutti, M. Aldama, A. Sánchez, O. Medellín, R. y J. Soberón. 2001. La determinación de riesgo de extinción de especies silvestres en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Gaceta Ecológica*, núm. 61. México. D. F.
- Tecpoyotl, L. G. 2012. Fichas técnicas sobre actividades agrícolas, pecuarias y de traspatio: sistemas agroforestales. SAGARPA. México, D. F.
- Toledo, M., M. Cruz., W. Pariona, y B. Mostacedo. 2005. Plantulas de 60 especies forestales de Bolivia: Guía ilustrada. IBIF, WWF, CIFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- 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. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.
- Vílchez, B., Chazdon R. y A. Redondo. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. *Kurú: Revista forestal* 1: 1-10.
- Villasana, A. y G. Suárez. 1997. Estudio fenológicos de dieciséis especies forestales presentes en la reserva forestal Itamaca Estado Bolívar, Venezuela. *Revista forestal venezolana*. **42 (1)**, 13-21.
- Villegas, G., Bolaños, A., Miranda, J. y A. Zenón. 2002. Flora nectarífera y polinífera en el estado de Chiapas. COTECOCA, SAGARPA. México. D. F.
- Willan, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma.



GLOSARIO

Abaxial. Adjetivo. Con relación a un eje, aplicar al órgano más alejado de él.

Acumen. Punta con que terminan algunas hojas o ciertos órganos copiosos, sin importar su consistencia.

Acuminado, da. Adjetivo. Terminado en un acumen. Significan lo mismo acuminado, acuminífero, acuminoso, etc.

Adnada. Consiste en la soldadura o unión íntima de dos órganos vecinos.

Afilo, la. Adjetivo. Desprovisto de hojas: tallo afilo, ramas afilas; a veces se llaman afilas las plantas de hojas muy reducidas, casi imperceptibles. Calificativo aplicado en sentido riguroso a las plantas que carecen de verdaderas hojas, sean planas, sean aciculares, y, por extensión, las que las tienen reducidas a escamas u otras formas elementales impropias para la función clorofílica en la medida necesaria para la vida vegetal. En ecología se considera el carácter afilo como una adaptación xerofítica, puesto que limita la evaporación.

Amento. (del latín *amentum*, pequeña correa con que se sujetaba el dardo para arrojarlo; en botánica se emplea con el significado de gatillo, trama o candela, que es el siguiente), masculino. Racimo especificamente denso, las más veces pendulo, de florecitas inconspicuas, generalmente unisexuales y aclamídeas, como el de los sauces, chopos, avellano, castaño, encinas, robles, etc.

Antera. Parte del estambre, más o menos abultada, en donde se contiene el polen.

Aserrado. Hecho a modo de sierra, con dientecitos agudos y próximos; dicese generalmente de las hojas, pétalos y demás órganos foliáceos.

Astringente. adjetivo/nombre masculino [sustancia, alimento] Que produce desecación y contracción de los tejidos del vientre y dificulta la evacuación de los excrementos.

Axilares. Onerniente a la *axila*, situado o nacido en ella: Rama *axilar*, pedúnculo *axilar*, racimo *axilar*.



Bilocular. Que tiene dos cavidades o lóculos, como muchas cápsulas.

Bráctea. Femenino. Llámase bráctea cualquier órgano foliando situado en la proximidad de las flores y distinto por su forma, tamaño, consistencia, color, etc., de las hojas normales y de las que, transformadas, constituyen el cáliz y la corola.

Caducifolio, lia. (del latín *caduciflorus*, y éste, a su vez, de *caducus*, próximo a caerse, y *folium*, hoja), adjetivo. Así se llaman los árboles y arbustos que no se conservan verdes todo el año, por qué se les cae la hoja al empezar la estación desfavorable (estación fría o seca).

Campanulado, a. De forma semejante a la de una campana.

Coriáceo. (lat. *corium*, cuero). adjetivo. Correoso, aplicado a hojas.

Deciduo, dua. Adjetivo. Caedizo.

Dioico, ca. Adjetivo. Aplicase a las especies vegetales en que se presenta el fenómeno de la dioecia, la cual elude a la distribución de los órganos sexuales en flores distintas y en distintos pies, caracterizado por tener las flores unisexuales y dispuestas sobre dos individuos, uno masculino y otro femenino como en los sauces.

Distica. Dispuesto en dos filas. Dícese de las flores, de las hojas, y en general de toda suerte de órganos o partes orgánicas colocados en dos filas.

Endocarpio. Sinónimo de endocarpo, dícese de la capa interna del mismo, que suele corresponde a la epidermis interna o superior de la hoja carpelar.

Envés. Termino aplicado a la cara inferior de la hoja.

Escabroso. Lleno de asperezas, de tricomas cortos y rígidos que se aprecian bien con el tacto.

Escarificar. Consiste en desgastar, con precaución, la membrana externa de las semillas para que puedan germinar.

Estambre. Cada uno de los órganos que, en las flores de la amigospemas, traen los sacos polínicos.

Estaminal. De los estambres, relativo al androceo: columna estaminal, el andróforo.

Estipulada. Tallo largo y no ramificado de las plantas arbóreas. Dícese principalmente del tronco de las palmas.



Exudar. Salida de líquido.

Glabro. (del latín *glaber*, pétalo, sin pelo), adjetivo. Desprovisto absolutamente de pelo o vello.

Glaucó, ca. Adjetivo. De color verde claro o verdemar, con matiz ligeramente azulado, como el de las hojas de col común, del calvel, etc.

Haz. femenino. Cara superior de las hojas.

Hialino. Transparente como si fuera cristal.

Hilum. Cicatriz presente en la superficie de cualquier tipo de semilla, resultante de la separación del fruto dentro del cual se encontraba.

Hispida. Se aplica a todo órgano vegetal cubierto de pelo muy tieso y sumamente áspero al tacto, casi punzante.

Inflorescencia. Femenino. Recibe el nombre de inflorescencia todo sistema de ramificación que se resuelve en flores. Cuando la flor nace solitaria o en la axila de una hoja, no insiste inflorescencia. La inflorescencia supone una ramificación, y como ésta, en líneas generales, es constante para cada especie vegetal, de ahí la importancia de la inflorescencia en morfología y en sistemática.

Lanceolado, da. Adjetivo. Aplicado a los órganos laminares, como hojas, brácteas, pétalos, etc., de figura de hierro lanza. A veces se agrega a este término algún calificativo secundario, para mejor precisar la morfología, ejemplo, estrechamente o anchamente lanceolado, elipticolanceolado, lanceolado lineal.

Lenticela. En la peridermis de las plantas leñosas, cualquiera de ciertas protuberancias visibles a simple vista y con una abertura de forma lenticular que, reemplazando a los estomas de la desaparecida epidermis, utiliza la planta para el cambio de gases.

Marcescence. Aplicase a las hojas que se secan en la planta sin desprenderse.

Micorrización. Formar micorriza, los hongos micorrizógenos, o infectar una planta con tales hongos para que formen micorriza.

Microestróbilo. Se compone de un eje, más o menos recio y leñoso, en torno al cual se disponen cíclica o helicoidalmente una serie de piezas protectoras, escamas tectrices o brácteas, y entre éstas y dicho eje, las llamadas escamas



seminíferas con los rudimentos seminales, de los que puede haber desde uno hasta nueve en cada escama.

Monoico, a. Adjetivo. Dícese de las especies en que se caracterizan por tener las flores unisexuales y dispuestas sobre un mismo individuo, como el maíz. Fenómeno relativo a la existencia de plantas declinad con las flores masculinas y femeninas sobre el mismo pie, de forma que la polinización se puede dar entre la misma planta.

Papiráceo, a. Adjetivo. De consistencia y delgadez del papel.

Pedicelo. Masculino. Dícese del cabillo o rabillo de una flor en las inflorescencias compuestas.

Pentalobulado. Cinco gajos.

Persistente. Adjetivo. Que persiste. En botánica se emplea con sentidos diversos, ejemplo: cáliz persistente es el que se conserva en su sitio después de la floración.

Peciolado. Dícese de la hoja provista de pecíolo, por oposición a la que carece de él, que se llama sésil.

Pubescente. Dícese de cualquier órgano vegetal cubierto de pelo fino y suave como un *bozo*.

Repique. Repicar plantas consiste en separar las plántulas y trasplantarlas en macetas individuales a fin de que puedan seguir creciendo con normalidad.

Somero. Que es poco profundo o cerca de la superficie.

Sulcada, o. Provisto de de surcos.

Optuso, sa. Adjetivo. Se dice a un órgano, sea hoja, bráctea, pétalo, etc., cuyos bordes no acaba en punta.

Pecíolo. Masculino. Pezón o rabillo que une la lámina de la hoja a la base foliar o al tallo. Su forma, en general, es rolliza y, por lo común, un poco acanalada superiormente.

Pedúnculo. (del latín t. *pedunculus*, diminutivo de *pie*). Masculino. Cabillo o rabillo de una flor, o de una inflorescencia.



Penninervada, da. Adjetivo. Sinónimo de *pinnatinervio*. Dicese de la nervadura de la hoja, etc., en que existe un nervio principal del que arrancan otros laterales o secundarios a ambos lados del mismo, como del raquis de la pluma las barbas.

Perennifolio, lia. (del latín *perennifolius*, formado de *perennis*, perenne, y de *folium*, hoja), adjetivo. Así se designan los árboles y arbustos verdes todo el año, como las encinas, los laureles, los pinos, etc. En todos los árboles *perennifolios* las hojas viejas no se caen antes de haberse desarrollado otras nuevas, y aún en muchas especies se conservan las de varias brotaduras (en los abetos y atascarías se conservan en el árbol diez años o más).

Pubescente. (lat. *pubescere*, volverse maduro). Sust. Cubierta peluda o vellosa de algunas plantas y de ciertos insectos.

Rugoso. Con numerosas arrugas o pliegues.

Tomentoso, sa. (del latín *tomentosus*, y éste de *tomentum*, la borra), adjetivo. Dicese de la planta o del órgano que están cubiertos de pelos generalmente ramificados, cortos y dispuestos muy densamente, por lo que semejan ser borra. Los romanticistas castellanos tradujeron este término por “borroso”.

Umbela. Femenina. Inflorescencia racemosa simple, es decir, centripeta o acrópeta, con el extremo del raquis o eje principal ensanchado en mayor o menor grado para formar un receptáculo del cual arrancan todos los pedicelos, que aquí reciben el nombre de radios de la umbela, y tienen la misma longitud.

Valvado. Cada una de las divisiones profundas de las cápsulas propiamente dichas de las legumbres, y de otros frutos secos y dehiscentes, generalmente en número igual al de los carpelar o en doble número.

Vermiculita. Es un mineral micáceo que se expande mucho al calentarlo. Químicamente es un silicato hidratado de magnesio hierro-aluminio. Una vez expandida, la vermiculita es muy liviana, pesando de 90 a 150 Kg por m³. Puede absorber grandes cantidades de agua.

Zafra. Cosecha de la caña de azúcar.



ANEXO 1. BIBLIOGRAFÍA FICHAS

Bursera galeottiana

1. Ariel T. A. Valverde V. M. Reyes S. J. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. UNAM. México. D. F.
2. Rzedowski J. 1992. Flora del bajío y regiones adyacentes, Burseraceae. Instituto de ecología. Centro regional del bajío Pátzcuaro, Michoacán.
3. Loaeza C. J. Díaz L. E. Campos P. J. Orlando G. J. 2013. Efecto de lignificación de estacas sobre enraizamiento de *Bursera morelensis* Ram y *Bursera galeottiana* Engl. En la Universidad de la Cañada en Teotitlan de Flores Magón, Oaxaca México. *Ciencia Ergo Sum*, vol. 20, núm. 3, noviembre-febrero, 2013, pp. 22-226. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
4. Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. 2007. Paquetes tecnológicos: *Bursera simaruba*.
5. Universidad Autónoma de Queretaro. Fecha de consulta 10-07-2015. <http://bio.uaq.mx/municipioQro/fichas.php?idA=155&n_img=1&F=1>
6. Ramirez-Marcial N. Luna-Gomez A. Castañeda O. H. Holz S. Camacho C. A. Gonzalez-Espinosa M. 2012. Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. ECOSUR. Cuenca grijalva. Chiapas. México.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Diario oficial. México.

Chiranthodendron pectadactylon

1. Ramirez-Marcial N., Camacho C. A., y Gonzalez-Espinosa M. 2003. Guía para la programación de especies leñosas de los altos y montañas del norte de Chiapas. El colegio de la frontera sur. ECOSUR. Fray Bartolomé. Chiapas. México.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Diario oficial. México.
3. Inaturalista. Fecha de consulta 10-06-2015. <<http://conabio.inaturalist.org/taxa/201465-Chiranthodendron-pentadactylon>>
4. UNAM. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 12-06-2015.<<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=flor%20de%20Omanita&id=7950>>
5. Velázquez G. C. 2006. Evaluación in vivo de la actividad inhibidora de la secreción intestinal inducida por la toxina de vibrio cholerae de 26 plantas medicinales: estudio fitoquímico biodirigido del extracto metal inicio de las flores de *Chiranthodendron pentadactylon* (sterculiaceae). Secretaria de investigación y posgrado. Instituto politécnica nacional. D. F. México.
6. Hartmann, H. T. y Kester, D. E. (1994). Propagación de plantas. Prentice Hall, ING México.
7. Ramirez-Marcial N. Luna-Gomez A. Castañeda O. H. Holz S. Camacho C. A. Gonzalez-Espinosa M. 2012. Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. ECOSUR. Cuenca grijalva. Chiapas. México.
8. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.



Quercus candicans

1. Ramirez-Marcial N., Camacho C. A., y Gonzalez-Espinosa M. 2003. Guía para la programación de especies leñosas de los altos y montañas del norte de Chiapas. El colegio de la frontera sur. ECOSUR. Fray Bartolomé. Chiapas. México.
2. Días-Fleischer F., Hernández-Arellano V., Sánchez-Velásquez L., Cano-Medina T., Cervantes-Alday R. y López-Ortega M. 2010. Investigación preliminar de la depredación de semillas en la germinación de las bellotas de *Quercus candicans* Née ARCORNS. Universidad Veracruzana. Agrociencia 44. Veracruz, México.
3. Arizaga S., Martínez-Cruz J., Salcedo-Cabrales y Bello-González M. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. D. F. México.
4. Romero R. S., Rojas Z. E. y Rubio L. L. 2014. Flora del bajío y regiones adyacentes: Fagaceae. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México.
5. Díaz F. A. 2002. Variación en sentido radial del diámetro de los casos de *Quercus candicans* Née, *Q. crassipes* H&B y *Q. laurina* H&B. De la médula a la corteza. Universidad autónoma chapingo. México. Tesis.

Byrsonima crassifolia

1. Vazquez-Yanes, C., A. I. Batis Muños, 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.
2. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 25-08-2015
<<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Byrsonima%20crassifolia&id=7985>>
3. Santos C. A. 2013. El nanche *Byrsonima crassifolia* una alternativa de producción fruticula para el municipio de a topan Veracruz. Universidad veracruzana, facultad de ciencias agrícolas. Veracruz. México.
4. Magnitskiy V. y Plaza A. 2007. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. Agronomía colombiana 25(1), 96-103. Colombia.
5. CONAFOR. Fichas técnicas elaboradas por el sistema nacional de información forestal. Sistema Nacional de Información Forestal. Fecha de consulta 30-08-2015
<www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usos/fichas-snif>
6. Jaimes A. C. 2013. Propagación sexual y tolerancia a la desecación en nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) Kunth. Tesis. Colegio de posgraduados. México.
7. Paredes-Flores M. Lira S. R. Dávila A. P. D. 2007. Estudio Etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. Acta botánica mexicana: 79: 13-61. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México. México.

Quercus acutifolia

1. Arizaga S., Martínez-Cruz J., Salcedo-Cabrales M. y Bello-González M. 2009. Manual de biodiversidad de encinos michoacanos. Instituto nacional de ecología. D. F. México.
2. Pérez-Olvera C y, Dávalos-Sotelo R. 2008. Algunas características anatómicas y tecnológicas de la madera de 24 especies de *Quercus* (encinos) de México. Madera y bosques, vol. 14, núm. 3. Instituto de ecología, A. C. Xalapa, México.
3. Gonzales V. M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Instituto de botánica. Universidad de Guadalajara. México.



4. CONAFOR. Fichas técnicas elaboradas por el sistema de información par la reforestación. Fecha de consulta 05/10/2015 <www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usuarios/fichas-sire>

Quercus magnoliifolia

1. Arizaga S., Martínez-Cruz J., Salcedo-Cabrales y Bello-González M. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. D. F. México.
2. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 22-02-2016 <<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/994Quercus%20macrophylla.pdf>>
3. Imagen de árbol. <<http://www.panoramio.com/photo/62172311>>
4. Martínez Máximo. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Primera edición. Fondo de cultura económica. México.

Ternstroemia lineata

1. Carranza G. E. 1999. Flora del bajío y regiones adyacentes. Theaceae, fascículo 73. Instituto de ecología. Michoacán. México.
2. Ramírez-Marcial N. Luna-Gomez A. Castañeda O. H. Holz S. Camacho C. A. Gonzalez--Espinosa M. 2012. Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. ECOSUR. Cuenca grijalva. Chiapas. México.
3. UNAM. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 12-10-2015 <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=tila&id=7787>>
4. CONABIO. Imagen de Flor. Banco de imágenes. Fecha de consulta 17/10/2015. <<http://bdi.conabio.gob.mx>>
5. CONABIO. Imagen de árbol. Fecha de consulta 18/10/2015 <<http://jehuite.blogspot.mx/2011/09/la-salida-de-campo.html>>

Litsea glaucescens

1. Werff H. 1997. Flora del bajío y regiones adyacentes, Lauraceae. UNAM. Instituto de ecología, fascículo 56. México.
2. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
3. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Diario oficial. México.
4. Flores G. I. 2014. Factores de sitio y estructura de *Litsea glaucescens* (Laurel) en un entorno ripícola/rupícola de una región árida. Tesis de maestría, colegio de posgraduados. Estado de México.
5. Ramírez-Marcial N., Camacho C. A., y Gonzalez-Espinosa M. 2003. Guía para la programación de especies leñosas de los altos y montañas del norte de Chiapas. El colegio de la frontera sur. ECOSUR. Fray Bartolomé. Chiapas. México.

Amelanchier denticulata

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Hanan A. y Mondragón P. 2009. Malezas de México, ficha - *Amelanchier denticulata*. Fecha de visita 22/10/2015 <www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/rosaceae/amelanchier-denticulata/fichas/ficha.htm>



3. Núñez-Colín C. 2010. Distribución y caracterización eco-climática del membrillo cimarrón (*Amelanchier denticulata*) en México. Revista Chapingo serie horticultura, vol. 16, núm. 3. UACH. México.
4. Ramirez L. 2009. Variabilidad genética en poblaciones de *Amelanchier denticulata*. Centro interdisciplinario de investigaciones para el desarrollo integral regional unidad-Oaxaca. Tesis de maestría. IPN. Oaxaca. México.
5. Rzedowski J. y Calderón de R. 2005. Flora del bajío y de regiones adyacentes, fascículo 135. Instituto de ecología. Michoacán. México.
6. CONABIO. 2015. Banco de imágenes. Fecha de consulta 22/10/2015 < bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/Grid.fwx>

Prunus serotina

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. 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.
3. CONAFOR. Fichas técnicas elaboradas por el sistema de información par la reforestación. Fecha de consulta 13-02-2016 <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/990Prunus%20serotina.pdf>

Erythrina americana

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Ibarra E. E. 2010. Tesis de maestría, actividad antioxidante de alcaloides de *Erythrina americana* Miller. Colegio de posgraduados. Estado de México.
3. UNAM. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 12-11-2015 <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Erythrina%20americana&id=7174>>
4. Molina Aldama M. I. 2011. Diagnóstico, propagación y alternativas biotecnológicas de *Erythrina americana* Miller Mediante empleo de rizobacterias". Universidad veracruzana. México.
5. Ramirez-Marcial N., Camacho C. A., y Gonzalez-Espinosa M. 2003. Guía para la programación de especies leñosas de los altos y montañas del norte de Chiapas. El colegio de la frontera sur. ECOSUR. Fray Bartolomé. Chiapas. México.
6. CONABIO. 2015. NATURALISTA, foto de flor *Erythrina americana*. Fecha de consulta 16-11-2015 < <http://conabio.inaturalist.org/taxa/201455-Erythrina-americana>>
7. CONABIO. 2015. Banco de imágenes foto de planta de *Erythrina americana*. Fecha de consulta 12-11-2015 <<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/Grid.fwx?archiveId=5000&columns=4&rows=8&search=Erythrina%20americana>>

Pinus chiapensis

1. Téllez Perez M. C. L. 1999. Estado de conocimiento de *Pinus chiapensis* (Martinez) Andresen. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.



2. CONAFOR. Fichas técnicas elaboradas por el sistema nacional de información forestal. Sistema Nacional de Información Forestal. Fecha de consulta 02-12-2015 <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/956Pinus%20chiapensis.pdf>
3. Niembro Rocas A., Vázquez Torres M. y Sánchez Sánchez O. 2010. Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica. Universidad Veracruzana. Gobierno del Estado de Veracruz. Ed. Comisión organizadora del estado d Veracruz de Ingancio de la Llave para la conmemoración del bicentenario de la independencia nacional y del centenario de la revolución mexicana/Secretaría de educación. Veracruz, México.
- 4a. CONABIO. Banco de imágenes. Imagen del árbol. Fecha de consulta 12-12-2015 <<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/Grid.fwx?search=>>>
- 4b. CONABIO. Banco de imágenes. Imagen de corteza. Fecha de consulta 12-12-2015 <<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/Grid.fwx?search=>>>

Acacia angustissima

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Rojas-Rodríguez F. y Torres-Córdoba G. 2013. Árboles del valle central de Costa Rica: Reproducción Carboncillo. Revista forestal mesoamericana kurú. Vol 10, No. 24. Costa Rica.
3. Pérez Portilla E. y Pliego Bravo Y. 1994. El timbre (*Acacia angustissima* [Mili.] Kuntze) una especie con potencial curtiente a nivel industrial. Geográfica agrícola, Vol, 20. México.
4. W Yanes C., Batis Muñoz A., Alcocer Silva M., Gual Díaz M y Sánchez Dirzo. 1999. Árboles mexicanos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de ecología. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. J084. México, D. F.

Acacia pennatula

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Flora digital: península de Yucatán. Fecha de consulta: 18/11/2015 <http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=1498>
3. Gutiérrez Carvajal L. y Dorantes López J. 2004. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. CONAFOR-CONACYT. Fecha de consulta: 19/11/2015 <<http://www.verarboles.com/Huizache/huizache.html>>
4. UNAM. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 19/11/2015 <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Acacia%20pennatula&id=7779>>
5. Gabriel Landa F. 2011. Propagación de *Acacia pennatula* con diferentes sustratos e incorporación de microorganismos benéficos. Universidad veracruzana facultad de ciencias agrícolas. Veracruz. México.
6. CONABIO. Foto de árbol y flor. Fecha de consulta. 22-11-2015 <<http://bdi.conabio.gob.mx/>>



Sapindus saponaria

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Cordero J. y Boshier D. H. 2003. Árboles de Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.
3. Rodríguez Velázquez J., Sinaca Colín P. y Jamanoagé García G. 2009. Frutos y semillas de árboles tropicales de México. SEMARNAT. Instituto de Nacional de Ecología. Distrito Federal. México.
4. UNAM. Laboratorio de Ecología de Poblaciones y Comunidades Tropicales. Fecha de consulta 15-12-2015 <http://www.oikos.unam.mx/muestras/index.php?main_page=product_info&product_s_id=232>

Lysiloma divaricatum

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Cervantes Sanchez M. A. & Sotelo Boyas M. E. 2002. Guías técnicas para la propagación sexual de 10 especies latifoliadas de selva baja caducifolia en el estado de Morelos. SAGARPA, INIFAP. Zacatepec Morelos. México.
3. Cordero J. y Boshier D. H. 2003. Árboles de Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.
4. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 09-02-2016 <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/942Lysiloma%20acapulcensis.pdf>
5. UNAM. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 10-02-2016 <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Lysiloma%20divaricata&id=7624>>
6. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 14 Sep 2016 <<http://www.tropicos.org/Name/13065949>> © 2016 [Missouri Botanical Garden](http://www.tropicos.org/) - 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri 63110

Dendropanax arboreus

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. CONAFOR. Sistema Nacional De Información Forestal. Fecha de consulta 16-12-2015 <<http://www.cnf.gob.mx>>
3. CONAFOR. Sistema Nacional de Información Forestal. Fichas técnicas elaboradas por el sistema nacional de información para la reforestación. Fecha de consulta 16-12-2015 <<http://www.cnf.gob.mx:8080/documentos/docs/13/914Dendropanax%20arboreus.pdf>>
4. Fotos de:
 - a. Árbol. <http://ecoforestal.org/catalogo_arboles/catalogo_arboles/categories/especie_ele_gida.php?id_especie=DENARBVNO&id_cat=6&id_subcat=15>
 - b. Flor. <<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/Grid.fwx>>

Alnus acuminata

1. CONAFOR. Fichas técnicas para reforestación. Fecha de consulta 17-12-2015. <<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/882Alnus%20acuminata.pdf>>



2. Vázquez Yanes C., Batis Muñoz A., Alcocer Silva M., Gual Díaz M y Sánchez Dirzo. 1999. Árboles mexicanos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO-Instituto de Ecología, UNAM.
3. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1995. Informe técnico No. 248, *Alnus acuminata* ssp. *arguta*, (Schlechtendal) Furlow especie de árbol de uso múltiple en América Central. Programa de manejo integrado de recursos naturales área de manejo y silvicultura de bosques tropicales. Turrialba, Costa Rica.

Quercus rugosa

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Vázquez Yanes C., Batis Muñoz A., Alcocer Silva M., Gual Díaz M y Sánchez Dirzo. 1999. Árboles mexicanos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO-Instituto de Ecología, UNAM.
3. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 28-12-2015 <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/995Quercus%20rugosa.pdf>
4. (a y b) Romero Silvia, Rojas Carlos E. y Garay-Velázquez. 2007. Presencia de flores hermafroditas en *Quercus rugosa* (Fagaceae) en el Estado de México (México). Anales del jardín botánico de Madrid, vol. 64(2): 223-227. UNAM. México.

Persea americana

1. Martínez M. 1978. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. Distrito Federal. México.
2. Jardón Barbolla L., Alavez Gómez V., Méndez V., Ganoa A., Damián Domínguez X. y Piñero D. 2002. Instituto de Ecología. UNAM. INIFAP. México.
3. UNAM. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta 06-01-2016 <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=aguacate&id=7088>>
4. Pennington T. D. y Sarukan J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. FAO. México.
5. Ramirez-Marcial N. Luna-Gomez A. Castañeda O. H. Holz S. Camacho C. A. Gonzalez--Espinosa M. 2012. Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. ECOSUR. Cuenca grijalva. Chiapas. México.

Pinus patula

1. Montiel Oscura D. y Zamudio Valencia I. 2007. Caracterización de una plantación de pino (*Pinus patula* Schl. et Cham.) en el municipio de Teziutlán, Estado de Puebla. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
2. Gillespie, Andrew J.R. 1992. *Pinus patula* Schiede and Deppe. Patula pine. SO-ITF-SM-54. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.

Ulmus mexicana

1. Gutiérrez Carvajal L. y Dorantes López J. 2004. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. CONAFOR-CONACYT. Fecha de consulta: 29-01-2016 <<http://www.verarboles.com/Zempoalehuatl/zempoalehuatl.html>>



2. Salazar R. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Vol. 1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Pinus pseudostrabus

1. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 23-02-2016 <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/981Pinus%20pseudostrabus.pdf>
2. Trinidad Sáenz R. J., Muños Flores H. J. y Rueda Sánchez A. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. SAGARPA, INIFAP. Uruapan, Michoacán. México.

Piper auritum

1. UNAM. 2009 Biblioteca de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta: 03-03-2016 <<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=acoyo&id=7084>>
2. Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). 2010. Flora de la península de Yucatán. Unidad de recursos naturales. Yucatán, México. Fecha de consulta 04-03-2016 <http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=733>

Cornus disciflora

1. Villegas Durán G., Bolaños Medina A., Miranda Sánchez J. A. y Zenón Abarca J. A. 2002. Flora nectarífera y polinífera en el estado de Chiapas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. D. F. México.
2. Carranza G. E. 1992. Flora del bajo y regiones adyacentes: Cornaceae. Instituto de ecología. Centro regional del bajo pátzcuaro, Morelia. Michoacán, México.
3. Ramirez-Marcial N. Luna-Gomez A. Castañeda O. H. Holz S. Camacho C. A. Gonzalez--Espinosa M. 2012. Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. ECOSUR. Cuenca grijalva. Chiapas. México.
4. CONABIO. Banco de Imágenes. Fecha de consulta 24-10-2016 <<http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/Grid.fwx?columns=4&rows=8&search=Cornus%20disciflora>>

Salix bonplandiana

1. Vazquez-Yanes, C., A. I. Batis Muños, 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.
2. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 24-03-2016 <www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/998Salix%20bonplandiana.pdf>
3. UNAM. 2009 Biblioteca de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta: 24-03-2016 <UNAM. 2009 Biblioteca de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta>

Quercus elliptica

1. Arizaga S., Martínez-Cruz J., Salcedo-Cabrales M. y Bello-González M. 2009. Manual de biodiversidad de encinos michoacanos. Instituto nacional de ecología. D. F. México.



2. Gutiérrez Carvajal L. y Dorantes López J. 2004. Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. CONAFOR-CONACYT. Fecha de consulta: 27-03-2016
<<http://www.verarboles.com/Tlapalahuatl/tlapalahuatl.html>>
3. UNAM. 2009 Biblioteca de la medicina tradicional mexicana. Fecha de consulta: 26-03-2016
<<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7640>>
4. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 22-02-2016
<<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/994Quercus%20macrophylla.pdf>>
5. Imágenes: <<http://www.panoramio.com/photo/62159376>>
<<http://naturalista.conabio.gob.mx/observations/1030808>>

Taxodium mucronatum

1. Carranza González E. 1992. Flora del bajío y regiones adyacentes: taxodiaceae. Fascículo 4. Instituto de ecología. Pátzcuaro Michoacán.
2. CONAFOR. Fichas técnicas para la reforestación. Fecha de consulta: 29-03-2016
<www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1011Taxodium%20mucronatum.pdf>
3. Martínez Máximo. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Primera edición. Fondo de cultura económica. México.

Turpinia occidentalis

1. González-Villarreal M. y Jiménez-Reyes N. 2006. La familia Staphyleaceae en el estado de Jalisco, México. Universidad de Guadalajara. México.
2. Universidad Católica de Oriente. Herbario UCO. Colombia. Fecha de consulta 31-08-2015
<<http://www.uco.edu.co/floraorienteanioquia/staphyleaceae/Turpinia-occidentalis-G-Don/Paginas/default.aspx>>
3. Universidad Nacional Autónoma de México. Laboratorio de ecología de poblaciones y comunidades tropicales. Fecha de consulta 31-08-2015 <
http://www.oikos.unam.mx/muestras/index.php?main_page=product_info&products_id=277>
4. Smithsonian tropical research institute. Árboles, arbustos y palmas de Panamá. Fecha de consulta: 1-09-2015
5. La flora del bosque La montaña Chalatenango El Salvador. Fundación prisma. Fecha de consulta: 1-09-2015
6. Imágenes. <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metastats/view/22458>
http://plantasdepulan.blogspot.com/2012/08/familia-staphyleaceae_19.html
http://plantasdequebradillas.blogspot.com/2014/10/01_archive.html



ANEXO 2. VALORES OBTENIDOS POR CADA ESPECIE

Espe cie	Puntuación
<i>Bursera galeottiana</i> (Engl)	15.7
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> (Larrea te gui)	14.5
<i>Quercus candicans</i> (Nee)	12.9
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	12.7
<i>Litsea glaucescens</i> (Kunth)	12.7
<i>Pinus chiapensis</i> (Martínez, Andresen)	12.7
<i>Persea americana</i> (Mill.) var. <i>americana</i>	12.7
<i>Quercus acutifolia</i> (Nee)	12.3
<i>Erythrina americana</i> (Mill.)	12.2
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze var. <i>angustissima</i>	12.1
<i>Pinus patula</i> (Schldl. & Cham.) subsp. <i>recunumani</i> (Eguiluz & Perry) Styles	12.1
<i>Pinus pseudostrobus</i> (Lindl) var. <i>pseudostrobus</i>	12.1
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. subsp. <i>lineata</i>	11.9
<i>Quercus segoviensis</i> (Tre l)	11.9
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbr)	11.9
<i>Prunus serotina</i> (Ehrh. subsp. <i>capuli</i> (Cav.) Mc Vaugh	11.7
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) Kock var. <i>denticulata</i>	11.7
<i>Taxodium mucronatum</i> (Tenore)	11.7
<i>Acacia pennatula</i> (Schldl. & Cham.) Benth.	11.1
<i>Ulmus mexicana</i> (Liebm.) Planch	11.1
<i>Quercus magnoliifolia</i> (Nee)	11.1
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don subsp. <i>breviflora</i> Croat	10.9
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G Don subsp. <i>occidentalis</i>	10.9
<i>Sapindus saponaria</i> (L.)	10.9
<i>Quercus rugosa</i> (Neé)	10.9
<i>Dendropanax arboreus</i> (L) Decne & Planch	10.9
<i>Alnus acuminata</i> (Kunt) subsp. <i>arguta</i> (Schldl.) Furlow	10.9
<i>Quercus splendens</i> (Nee)	10.9
<i>Cornus disciflora</i> (DC.)	10.9
<i>Muntingia calabura</i> L.	10.7
<i>Carpinus caroliniana</i> (Walt.)	10.5
<i>Guarea glabra</i> (Vahl)	10.4
<i>Salix bonplandiana</i> (Kunth) var. <i>bonplandia</i>	10.1
<i>Quercus laurina</i> (Humb. & Bonpl.)	10.1
<i>Pinus lawsonii</i> (Roesl ex Gordon)	10.1
<i>Pinus maximinoides</i> (H. E. Moore)	10.1
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav.) Harms	10.1
<i>Arbutus xalapensis</i> (Kunth)	10.1
<i>Quercus elliptica</i> (Nee)	9.9
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume var. <i>micrantha</i>	9.9
<i>Quercus scytophylla</i> (Liebm)	9.9
<i>Prunus rhamnoides</i> (Koehne)	9.5
<i>Piper auritum</i> (Kunth)	9.5
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl. var. <i>fagaroides</i>	9.3



Hedyosmum mexicanum (Cordemoy)	9.2
Trichilia havanensis (Jacq)	9.1
Pinus devoniana (Lindl)	9.1
Pinus oocarpa (Schiede ex Schldl). var. oocarpa	9.1
Dodonaea viscosa (L.) Jacq	9.1
Xylosma flexuosum (Kunt) Hemsl	8.9
Quercus glaucoides (M. Martens & Galeotti)	8.9
Posoqueria latifolia (Rudge.) Ruiz & Pav.	8.5
Croton draco (Schldl.) var. panamensis (Webster)	8.5
Quercus martinezii (C. H. Muller)	8.4
Rhacoma tonduzii (Loes.) Standl. & Steyerl	8.3
Quercus skinneri (Benth)	8.3
Pinus leiophylla (Schldl. & Cham) var. leiophylla	8.3
Abies hickeli (Flous & Gausen)	8.3
Pistacia mexicana (Kunt)	8.2
Styrax ramirezii (Greenm)	7.9
Quercus xalapensis (Humb & Bonpl)	7.9
Myrcianthes fragrans (Sw.) DC.	7.7
Ficus velutina (Kunt ex Willd)	7.7
Conostegia xalapensis (Kunt) G. Don ex DC.	7.5
Buddleja parviflora (Kunth)	7.5
Prunus cortapico (Kerner)	7.4
Colubrina ehrenbergii (Schldl)	7.3
Zapoteca formosa (Kunth) H. Hernández. subsp. formosa	7.2
Oreopanax echinops (Schldl & Cham)	7.1
Clethra mexicana (DC)	7.1
Saurauia leucocarpa (Schldl)	7
Quercus vicentensis (Treil)	7
Roupala montana (Aubl)	6.7
Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne.	6.6
Oreopanax sanderianus (Hemsl)	6.5
Clusia salvinii (Donn. Sm.)	6.3
Viburnum elatum (Benth)	6.1
Senna mollissima (Willd.) Irwin & Barneby var. mollissima	6.1
Picramnia antidesma (Swartz)	6.1
Inga oerstediana (Benth. ex Seemann)	6.1
Ilex brandegeana (Loes)	6.1
Saurauia conzatti (Buscali)	6
Ardisia sexpartita (Lundell)	6
Cestrum megalophyllum (Dunal)	5.8
Ardisia compressa (Kunth)	5.8
Symplocos limoncillo (Humb. & Bonpl.)	5.7
Saurauia comitis-rossei (Schultes)	5.5
Ocotea helicterifolia (Meisn.) Hemsl.	5.5
Ardisia verapazensis (Donn. Sm.)	5.5
Ormosia oaxacana (Rudd)	5.3
Myrsine jurgensenii (Mez) Lundell	5.3
Vismia camparaguey (Sprague & Riley)	5
Parathesis macronema (Bullock)	5
Zanthoxylum microcarpum (Griseb)	4.8
Triumfetta semitriloba (Jacq.)	4.8



<i>Quercus cortesii</i> (Liebm)	4.8
<i>Bursera schlechtendalii</i> (Engl)	4.8
<i>Parathesis vulgata</i> (Lundell)	4.5
<i>Licaria capitata</i> (Schldl. & Cham) Kostermans	4.5
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	4.4
<i>Monnina xalapensis</i> (Kunth)	4.4
<i>Erythrina mexicana</i> (Krukoff)	4.3
<i>Myrciaria floribunda</i> (West.) O. Berg.	4.2
<i>Cintharexylum donnell-smithii</i> (Greenm.) var. <i>pubescens</i> (Moldenke)	4.1
<i>Symplocos pycnantha</i> (Hemsl)	4
<i>Sommerera grandis</i> (Bartl.) Standl	4
<i>Myriocarpa obovata</i> (Donn. Sm.)	4
<i>Inga eriocarpa</i> (Benth)	4
<i>Diospyros campechiana</i> (Lundell)	4
<i>Lysiloma auritum</i> (Schldl.) Benth	3.9
<i>Quercus urbanii</i> (Tre)	3.8
<i>Capparis heydeana</i> (Donn. Sm.)	3.8
<i>Posoqueria coriacea</i> M. Martens & Galeotti	3.6
<i>Sommerera arborescens</i> (Schldl)	3.5
<i>Rondeletia buddleioides</i> (Benth)	3.5
<i>Bursera verjar-vazquesii</i> (Miranda)	3.5
<i>Piper amalago</i> (L.)	3.4
<i>Zinowiewia integerrima</i> (Turcz.)	3
<i>Meliosma oaxacana</i> (Standl)	3
<i>Critonia morifolia</i> (Mill) King & H. Rob.	3
<i>Siparuna andina</i> (Tulasne) DC.	2.8
<i>Daphnopsis nevingii</i> (J. Ram. & Contreras-Jimenez)	2.8
<i>Cleyera theoides</i> (Sw.) Choisy	2.8
<i>Eugenia rhombea</i> (O. Berg.) Krug. & Urb. ex Urb	2.3
<i>Clusia massoniana</i> (Lundell)	2.3
<i>Topobea maurofernandeziana</i> (Cong)	2
<i>Parathesis chiapensis</i> (Fernald)	2
<i>Oreopanax langlassei</i> (Standl)	2
<i>Mollinedia viridiflora</i> (Tulasne)	2
<i>Inga hintonii</i> (Sandw.)	2
<i>Abarema zolleriana</i> (Standl. & Steyerl) L. Rico	2
<i>Recchia connaroides</i> (Loes. & Solr.) Standl	1.5
<i>Polygala oaxacana</i> (Chodat)	1
<i>Ardisia escuintlensis</i> (Lundell)	1
<i>Parathesis columnaris</i> (Lundell)	0.5
<i>Parathesis brevipes</i> (Ludell)	0
<i>Cordia prunifolia</i> I.M.Johnst	0

