



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS EN
AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA SELECCIÓN DE
ESPECIES PERENNES DE USO MÚLTIPLE DE ZONAS
ÁRIDAS: EN IXMIQUILPAN, HIDALGO**

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA

PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

PRESENTA:

Nilze María Zenil Lugo

Chapingo, Texcoco Edo. de México, Mayo de 2012.



**SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA SELECCIÓN DE
ESPECIES PERENNES DE USO MÚLTIPLE DE ZONAS
ÁRIDAS: EN IXMIQUILPAN, HIDALGO**

Tesis realizada por Nilze María Zenil Lugo bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

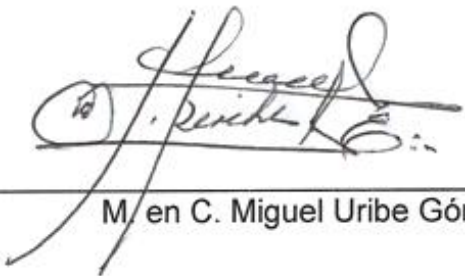
**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

DIRECTOR:



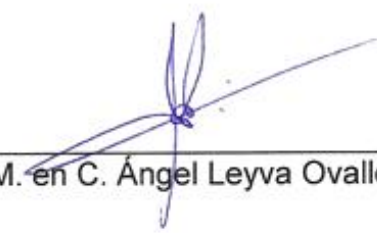
Dr. Javier Castañeda Rincón

ASESOR:



M. en C. Miguel Uribe Gómez

ASESOR:



M. en C. Ángel Leyva Ovalle

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a las personas más importantes de mi vida, quienes son el motivo para superarme y sin las cuales no hubiera podido alcanzar ésta meta:

A mi madre que a pesar de su ausencia siempre ha estado presente en mis pensamientos, y el recuerdo de su nobleza me hace esforzarme para ser una mejor persona. Gracias por darme la vida y por cuidarme el tiempo que lo hiciste.

A mi padre por ser siempre un ejemplo de disciplina, honestidad y entereza. Gracias por darme la vida, por tus sabias enseñanzas que desde pequeña me han formado académica y moralmente, pero sobre todo por tu gran cariño.

A mis hermanos Hugo, Luz, Nadia y Daniel por ser la mayoría de las veces mis amigos, pero sobre todo por quererme y apoyarme porque son mi familia.

A mis cuñados por su cariño y amistad que me brindan.

A mis sobrinos que son un motivo de alegría en mi vida.

A Fernando por creer en mí siempre, aún cuando nadie, ni yo misma lo hacía. Gracias por tu ayuda y apoyo en todo momento, por ser mi consuelo y hacerme sonreír en los peores momentos, por tolerarme y por creer fielmente en el amor. Tú siempre haces más felices mis días.

A Dios por ser el principio y fin de todo. Ninguna palabra puede describir la gratitud por conocerlo y todas las misericordias y bendiciones concedidas a mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado mediante la beca, gracias a la cual realicé mis estudios y la presente investigación.

A la Universidad Autónoma Chapingo por todos los servicios y facilidades brindadas durante mi estancia en la Institución.

A los investigadores y catedráticos de la Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, por su importante aporte en mi formación científica y profesional.

Al Dr. Javier Castañeda Rincón por su acertada dirección, el tiempo dedicado y sus invaluable correcciones y sugerencias para complementar la presente investigación.

Al M. en C. Miguel Uribe Gómez por su amable disposición, así como las importantes observaciones realizadas para el mejoramiento del trabajo.

Al M. en C. Ángel Leyva Ovalle por el tiempo brindado, por sus oportunas observaciones y asesorías que me permitieron concluir satisfactoriamente el trabajo.

A la Srta. Julieta por su eficiencia y todas las facilidades otorgadas durante la elaboración y expedición de documentos.

A los habitantes del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo quienes amablemente aportaron sus conocimientos.

A las personas que colaboraron con la identificación de las especies.

Agradezco en gran manera a José C. Zenil Márquez y Víctor Hugo Zenil Lugo por el apoyo económico brindado durante estos cinco meses, sin el cual me hubiera sido imposible concluir la tesis.

DATOS BIOGRÁFICOS

Nilze María Zenil Lugo nació el 12 de julio de 1988 en el municipio de Pachuca, estado de Hidalgo, México. Recibió la educación básica en escuelas federales del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo. En el año 2002 ingresa a la Universidad Autónoma Chapingo donde realiza los estudios de preparatoria y licenciatura, en 2009 egresa de la carrera de Ingeniería en Restauración Forestal desarrollando su tesis “Determinación de la tasa de cambio de uso del suelo en el municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo”.

En el año 2011 concluyó sus estudios en el programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, realizando una investigación para generar un “Sistema de cómputo para la selección de especies perennes de uso múltiple de zonas áridas: en Ixmiquilpan, Hidalgo”.

SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES PERENNES DE USO MÚLTIPLE DE ZONAS ÁRIDAS: EN IXMIQUILPAN, HIDALGO

COMPUTER SYSTEM FOR MULTIPURPOSE PERENNIAL SPECIES SELECTION OF ARID AREAS: IN IXMIQUILPAN, HIDALGO.

Nilze María Zenil Lugo, Maestro en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.

Javier Castañeda Rincón, Director de Tesis

RESUMEN

Una de las herramientas para facilitar la selección de especies son las bases de datos, que en un sistema de cómputo integran información de ellas. En las bases de datos existentes falta por incluir especies mexicanas de zonas áridas; en ellas, se observa la pérdida del conocimiento tradicional sobre el uso de las especies. Esta situación propicia que la vegetación natural no se valore como un recurso y sea considerada una limitante para desarrollar otras actividades económicas. Por tales motivos es indispensable crear bases de datos con información específica para el país, y principalmente para la vegetación de regiones áridas y semiáridas, para facilitar el diseño de Sistemas Agroforestales, al tiempo que permita la subsistencia del conocimiento tradicional y promueva la conservación de las especies al reconocer su importancia. El objetivo del presente trabajo es diseñar un sistema de cómputo con información útil sobre perennes de uso múltiple, a partir de la integración de información obtenida de informantes clave y revisión de literatura, para facilitar la selección de especies. Este trabajo se realizó en la zona árida de Ixmiquilpan, Hidalgo; para ello se aplicaron encuestas abiertas de manera discrecional a personas con conocimientos sobre los usos de las especies. Las especies se identificaron usando las claves correspondientes y se describieron mediante revisión de literatura e información proporcionada por los informantes; se indicó categoría de riesgo, origen geográfico, distribución en el país, características fenotípicas, requerimientos climáticos y de suelo, cultivo, usos, beneficios ambientales y usos en Agroforestería. La información se integró con ayuda de Access 2007. El resultado fue un sistema de cómputo que permite búsquedas bajo los criterios; especie, usos, requerimientos y distribución geográfica. Aporta información de 28 especies de plantas perennes, silvestres y de uso múltiple, que puede ser útil en el estudio de otras zonas áridas de México.

Palabras clave: Sistema de cómputo, bases de datos, especies perennes de uso múltiple, zonas áridas y semiáridas.

ABSTRACT

A tool to facilitate the selection of species for agroforestry systems design are databases, that in a computer system integrates information from different species. In the existing databases Mexican species in arid areas are not included. So, a loss of traditional knowledge about the use of them was found. This situation causes that this natural vegetation is not valued as a resource and it becomes a limitation for the growth of other economic activities. For this reason, it is necessary to create databases with specific information for this country, and mainly for the arid and semiarid regions, to make the design easy for Agroforestry Systems, to promote in this way the subsistence of traditional knowledge and the conservation of species emphasizing its importance. The purpose of this research is to design a computer system with useful information about multipurpose perennials, by means of the integration of information from key informants and review of literature, to facilitate the selection of species. This work was developed in the arid zone of Ixmiquilpan, Hidalgo by means of opened surveys applied in a discretionary way to people with knowledge about the uses of species. Species were identified using the corresponding keys and described by literature review and information provided by informants; risk category, geographic origin, distribution in Mexico, phenotypic characteristics, climatic and soil requirements, cultivation, uses, environmental benefits and agroforestry uses were indicated. The information was integrated by Access 2007. The result was a computer system that enables searches under the criteria of species, uses, requirements and geographical distribution. It provides information of 28 species of perennial, wild and multipurpose plants, which can be useful in the study of other arid areas of Mexico.

Keywords: computer system, database, multi-purpose perennial species, arid and semiarid regions.

ÍNDICE

RESUMEN	lv
ABSTRACT	lv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Sistemas Agroforestales.....	5
3.2. Perennes de uso múltiple para el diseño de sistemas agroforestales	6
3.2.1 Usos	7
3.2.2 Servicios.....	7
3.2.1. Tecnologías agroforestales.....	8
3.3. Selección de especies.....	11
3.3.1. Objetivo de la plantación	11
3.3.2. Factores ecológicos	12
3.3.3. Factores económicos.....	14
3.3.4. Factores tecnológicos.....	15
3.3.5. Factores sociales	15
3.4. En los Sistemas Agroforestales	15
3.4.1. Selección de la tecnología agroforestal a implementar.....	16
3.5. Pasos a seguir para la selección de especies	17
3.6. Herramientas de cómputo para la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales	18
3.7. Aplicación de herramientas de cómputo para la toma de decisiones en agroforestería	19
3.8. Bases de datos agroforestales	19
3.8.1. Agroforestry Systems Inventory Database.....	19
3.8.2. Multipurpose Tree and Shrub Database (MPTS).....	20
3.8.3. Forestry compendium	21
3.8.4. Agroforestry database.....	23

4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1. Descripción del área de estudio	24
4.1.1. Aspectos físicos y biológicos	24
4.1.1.1. Localización geográfica.	24
4.1.1.2. Clima.	26
4.1.1.3. Relieve.....	28
4.1.1.4. Suelo.	29
4.1.1.5. Hidrografía.	29
4.1.1.6. Vegetación.	30
4.1.1.7. Fauna.	31
4.1.2. Descripción sociodemográfica	31
4.1.2.1. Población actual.	31
4.1.2.2. Grupos étnicos.	31
4.1.2.3. Educación.	32
4.1.2.4. Salud.	32
4.1.2.5. Vivienda.	33
4.1.2.6. Comunicaciones y transporte.	33
4.1.2.7. Servicios públicos.	34
4.1.3. Descripción económica	34
4.1.3.1. Principales actividades económicas.	34
4.1.3.2. Población económicamente activa.	36
4.1.3.2. Ingreso Per cápita.	36
4.2. Metodología.....	36
4.2.1. Identificación de las especies perennes de uso múltiple.....	36
4.2.2. Identificación taxonómica de las especies	37
4.2.3. Descripción de las especies	37
4.2.3.1. Categorías de riesgo.....	38
4.2.3.2. Datos geográficos.....	38
4.2.3.3. Descripción fenotípica.	38
4.2.3.4. Interacciones ecológicas.	39
4.2.3.5. Requerimientos.....	39
4.2.3.6. Cultivo.	39
4.2.3.7. Usos.....	39
4.2.3.8. Beneficios ambientales.	39
4.2.4. Usos en la agroforestería	40
4.2.5. Construcción del sistema de cómputo	40
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
5.2.1. Identificación de las especies perennes de uso múltiple.....	42
5.2.2. Identificación taxonómica de las especies	42
5.2.3. Descripción de las especies	44
5.2.3.1. Categorías de riesgo.....	44
5.2.3.2. Datos geográficos.....	45
5.2.3.3. Descripción fenotípica.	48
5.2.3.4. Interacciones ecológicas.	48
5.2.3.5. Requerimientos.....	49
5.2.3.6. Cultivo.	53
5.2.2.7. Usos.....	54
5.2.2.8. Beneficios ambientales.	56
5.3.3. Usos en la agroforestería	57

5.3.4. Construcción del sistema de cómputo.....	59
5.3.5 Conservación de las especies perennes en Ixmiquilpan, Hidalgo	59
6. CONCLUSIONES.....	61
7. LITERATURA CITADA	64
8. ANEXOS	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de tecnologías agroforestales	16
Cuadro 2. Distribución de la población económicamente activa en el municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo.	36
Cuadro 3. Especies perennes de uso múltiple identificadas en Ixmiquilpan, Hidalgo. ...	43
Cuadro 4. Especies perennes de uso múltiple citadas en la NOM-059-ECOL-2001, en Ixmiquilpan, Hidalgo.	44
Cuadro 5. Origen de las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.	45
Cuadro 6. Distribución de las especies perennes de uso múltiple de Ixmiquilpan, Hidalgo en México.....	47
Cuadro 7. Interacciones ecológicas de las especies perennes de uso múltiples en Ixmiquilpan, Hidalgo.	48
Cuadro 8. Requerimientos de altitud para las especies perennes de usos múltiples en Ixmiquilpan, Hidalgo.	50
Cuadro 9. Requerimientos de precipitación para las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.	51
Cuadro 10. Requerimientos de Temperatura para las especies perennes de usos múltiples en Ixmiquilpan, Hidalgo.....	52
Cuadro 11. Datos disponibles sobre el cultivo de las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.	53
Cuadro 12. Usos de las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.	54
Cuadro 13. Beneficios ambientales de las especies perennes de uso múltiple de Ixmiquilpan, Hidalgo.	56
Cuadro 14. Tecnologías agroforestales en las que pueden ser implementadas las especies perennes de uso múltiple de Ixmiquilpan, Hidalgo.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox. 1:480 000). Fuente: INEGI, 2010.....	25
Figura 2. Climas del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox 1:480 000). Fuente: INEGI, 2010.....	26
Figura 3. Climodiagrama del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Período 1952-2005). Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. 2006.	27
Figura 4. Relieve del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox 1:480 000). Fuente: INEGI, 2010.....	28
Figura 5. Suelo del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox. 1:480 000). Fuente: INEGI, 2010.....	29
Figura 6. Partes de las especies perennes de uso múltiple empleadas en cada categoría de uso, en Ixmiquilpan, Hidalgo. Fuente: Elaboración propia.	55

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

A nivel nacional existe una diversidad biológica y cultural que, en conjunto, representa un gran potencial en cuanto a los usos que se le pueden dar a cada una de las especies. A pesar de ello muchas veces estos aspectos se estudian por separado, limitando la aplicación de la información generada. La Agroforestería, que es una antigua práctica popular, ha sido de reciente interés científico pues se ha reconocido como una importante herramienta para la conservación de los recursos naturales y los conocimientos tradicionales.

La selección de especies para un Sistema agroforestal (o bien una plantación), sea cualquiera su objetivo, es el factor que determinará el éxito del mismo. Se deben considerar diversos factores y por tanto resulta un proceso complicado de llevar a cabo. Una de las herramientas de reciente creación para facilitar este trabajo son las bases de datos, que en un sistema de cómputo integran información de diversas especies de interés.

Un ejemplo de éstas bases de datos es el Forestry Compendium que cuenta con información de más de 20 000 especies al menos con su identificación taxonómica de regiones templadas, tropicales y subtropicales del mundo. También la Base de datos de árboles y arbustos de uso múltiple (MPTS por sus siglas en inglés) generada por el Centro Mundial de agroforestería, que incluye más de 1000 especies perennes y leñosas de zonas tropicales y subtropicales del mundo.

El municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo posee un clima predominantemente seco y se considera una zona árida (INAFED, 2005). La vegetación de las zonas áridas y semiáridas tiene la particularidad de contar con una baja riqueza y diversidad de especies. Sin embargo es reconocido que las existentes presentan un alto grado de especialización, haciéndolas muy diferentes de la vegetación del resto de los ecosistemas (Arriaga, 2009).

Llanos (2008) indica que los pobladores de este lugar han sabido identificar las cualidades de las plantas que los rodean y ante lo agresivo de su ambiente han encontrado diversas formas de emplearlas; muchas de ellas han sido incorporadas en su dieta, otras son usadas para la obtención de fibras, madera, medicina y frutos.

1.2. Planteamiento del problema

Es notable que en las bases de datos Agroforestry Systems Inventory Database, Multipurpose Tree and Shrub Database, Forestry Compendium y Agroforestry Database aún falta incluir especies, sobre todo las de zonas áridas, las cuales generalmente no son consideradas.

Por otra parte se ha observado que el conocimiento tradicional sobre el uso de las especies vegetales se transmite de generación en generación como parte de la cultura y tradición de una población, sin embargo, en los últimos años es notable la pérdida de estas costumbres. De esta forma se ha dejado de ver la vegetación natural del municipio de Ixmiquilpan como un recurso y más bien se le considera una limitante para desarrollar otras actividades.

Se hace evidente la falta de trabajos que documenten esta información para perpetuar y difundir las diferentes formas en que se pueden emplear.

1.3. Justificación

Es indispensable la creación de bases de datos con información específica para el país y sobre todo para la vegetación típica de la región árida y semiárida.

Este trabajo representa la posibilidad de aplicar la información que se contenga en la base de datos en otras regiones áridas y semiáridas de México y otros países.

Al considerar árboles y arbustos de uso múltiple, los cuales son componentes básicos de los Sistemas Agroforestales, la base de datos se convierte en una herramienta que facilitará el diseño de los mismos.

Otro impacto importante del trabajo será sobre la conservación de las especies que continuamente se destruyen por falta de conocimiento sobre su conservación e importancia.

Además se logrará recuperar y perpetuar el conocimiento tradicional que es un aspecto de suma importancia desde el punto de vista cultural, pero también para el conocimiento integral de las especies.

Realizar esta investigación permitirá vincular la formación inicial en Restauración Forestal de la autora, al favorecer la conservación de las especies y con ellas la protección de los ecosistemas de la zona árida y semiárida del país.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Diseñar un sistema que contenga información útil sobre perennes de uso múltiple del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, a partir de la integración de información obtenida de informantes clave y revisión de literatura, para facilitar la selección de especies en el diseño de plantaciones o Sistemas Agroforestales.

2.2. Objetivos específicos

- Detectar las perennes de uso múltiple que existen en el municipio, empleando información proporcionada por sus habitantes, para conocer los recursos disponibles para el diseño de tecnologías agroforestales.
- Identificar las especies mediante el uso de claves taxonómicas para facilitar el reconocimiento y uso posterior de las mismas.
- Describir las especies a partir de la información ya documentada para conocer si se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, su situación geográfica en el país, requerimientos climáticos y edáficos, características fenotípicas, la interacción con su entorno, cultivo, usos y beneficios ambientales que poseen.
- Determinar los usos actuales y potenciales de las especies perennes de uso múltiple del municipio en la agroforestería, empleando la información recopilada para elaborar una propuesta de conservación y manejo mediante los sistemas agroforestales.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Sistemas Agroforestales

Un sistema agroforestal se define como un sistema de cultivo que integra en una misma unidad de terreno cultivos agrícolas con especies leñosas, tales como árboles y arbustos, y puede también incluir algún tipo de ganado (Kitalyi, 2007).

La Agroforestería es una disciplina reciente, orientada al estudio de este tipo de cultivos. Nace como tal por la iniciativa de sectores académicos e investigadores de sociedades avanzadas en la década del siglo XX. Sin embargo, debe de reconocerse que su origen es a partir de las prácticas y saberes populares de las sociedades antiguas (Alfred, 2002).

Jiménez y Muschler (2001) indican que para que un sistema sea considerado agroforestal se deben de cumplir tres condiciones:

- Que existan al menos dos especies de plantas que interactúen biológicamente.
- Que al menos uno de los componentes sea una planta con fines agrícolas (componente no leñoso).
- Que al menos uno de los componentes sea una leñosa perenne (componente leñoso).

El componente no leñoso son especies poco o no lignificadas, de porte bajo y con un ciclo de vida de alrededor de un año. El componente leñoso son las especies que presentan lignina en sus tejidos, así como otros componentes estructurales que le proporcionan rigidez (Font, 1982, citado por Ospina, 2006).

3.2. Perennes de uso múltiple para el diseño de sistemas agroforestales

Ospina (2006) menciona que un componente principal de la agroforestería son las especies leñosas. Es importante señalar que en esta disciplina el concepto no se limita a la definición botánica, por lo que son consideradas como tal las especies que posean algún componente que le proporcione rigidez, que permanezcan erguidas por sí mismas y que presenten un ciclo de vida mayor a dos años. Aun así existen especies consideradas como agroforestales las cuales no cumplen estas reglas, un ejemplo son las musáceas. Por tal motivo un concepto más amplio para denominar a las especies características de los sistemas agroforestales es el de perennes.

Una especie perenne de uso múltiple es aquella que aporta más de una contribución al sistema, ya sea un bien o un servicio (Musálem, 2001). Se cultivan o mantienen deliberadamente dentro de un sistema de uso de la tierra y generalmente son manejados para obtener más de un aporte; que puede ser económico o ecológico, o bien, ambos.

Cabe mencionar que el hecho de que un recurso sea considerado como tal es necesario que la sociedad circundante le dé un uso el cual será de acuerdo a sus costumbres y principios y por tanto en función de ellos será el aprovechamiento, protección o deterioro del recurso (Coca, 2004).

De este modo pueden existir especies que en un determinado lugar sean de uso múltiple, pero en otro dejen de serlo.

3.2.1 Usos

Las especies perennes poseen diversos usos, además tienen el potencial para ser usados de más formas (Otero, 2005). Material para cercos

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| • Material para construcción | • Semillas, plántulas y estacas |
| • Combustible | • Colorantes |
| • Madera para muebles | • Fibras |
| • Ornamentales | • Resinas |
| • Cercos vivos | • Forrajes |
| • Aromáticas | • Ceremonia |
| • Frutos, nueces, bayas | • Bebidas, alimentos y condimentos |
| • Hongos | |
| • Material para artesanías | • Pesca |

3.2.2 Servicios

Las especies perennes pueden proporcionar diversos servicios, algunos de los más importantes son:

- | | |
|-------------------------------|--|
| • Proporcionan sombra | • Son refugio de animales |
| • Humedecen el ambiente | • Son bellos |
| • Oxigenan el aire | • Favorecen el reciclaje de nutrientes |
| • Disminuyen la contaminación | • Reducen la erosión |
| • Reducen el ruido | • Mejoran las condiciones del suelo |
| • Protegen del viento | |

3.2.1. Tecnologías agroforestales

Ospina (2006) define a las tecnologías agroforestales como los diferentes arreglos establecidos para los componentes de un sistema agroforestal y proporciona las siguientes descripciones de las principales tecnologías empleadas:

Cerca viva

Es una tecnología principalmente de autoabastecimiento. Su principal finalidad es limitar el paso a animales o personas empleando generalmente especies leñosas establecidas en una línea o líneas. Este efecto se puede conseguir mediante el uso de alambre de púas o solamente mediante el uso de especies que por sus características cumplan por sí mismas la función. Se encuentran asociadas con ecosistemas naturales, cultivos agrícolas o forrajeros, viviendas y otras tecnologías agroforestales.

Árboles en linderos

Tecnología principalmente de autoabastecimiento cuya finalidad es marcar límites entre propiedades utilizando especies leñosas. Se les establece asociados con cultivos agrícolas o forrajeros, animales o ecosistemas naturales.

Barrera rompevientos

Tiene la función de proteger cultivos, cuerpos de agua y construcciones de los efectos del viento a través del establecimiento de una línea o líneas generalmente de especies leñosas, es principalmente para autoabastecimiento. Están asociadas a cultivos agrícolas o forrajeros, animales, estructuras agrícolas y viviendas.

Árboles en contornos o terrazas

Tecnología básicamente de autoabastecimiento, tiene la función principal de conservar el suelo, para lo cual se establecen especies leñosas siguiendo las curvas de nivel, en ocasiones se trazan terrazas. Bajo estas especies se establecen cultivos agrícolas o forrajeros.

Tiras de vegetación en contorno

Su función es la de conservar el suelo mediante el establecimiento de fajas en contorno a las pendientes de especies leñosas y no leñosas mezcladas. Son para autoabastecerse y se asocian con cultivos agrícolas y forrajes.

Árboles en pasturas

Su función es la de mejorar el sistema de producción pecuario aportando diversos servicios a las especies vegetales y animales de éste, además de alimento para el ganado. Son leñosas establecidas en pasturas o leguminosas forrajeras rastreras que se ofrecen al animal en pastoreo directo o mediante cortas. La finalidad de esta tecnología es principalmente comercial.

Árboles en cultivos

Tecnología con finalidad comercial que consiste en establecer especies leñosas junto con cultivos agrícolas permanentes o transitorios. Tienen la finalidad de aportar diversos servicios para mejorar la productividad del sistema, además de otros productos.

Banco forrajero

La finalidad de esta tecnología es proveer forraje, para lo cual se establece a altas densidades en un área específica, generalmente junto con pasturas o cultivos transitorios. Su fin es principalmente comercial.

Cultivos en fajas

Son fajas de leñosas que se asocian a cultivos agrícolas en callejones con la finalidad de aumentar la productividad del cultivo. Tecnología principalmente de abastecimiento.

Huerto de plantación frutal

Se asocian leñosas frutales con no leñosas y en ocasiones con animales. Su objetivo principal es la producción de frutos. Su finalidad es para comercio principalmente.

Lote multipropósito

Se asocian especies leñosas multipropósito con leñosas de otro tipo que se encuentran en contacto con cultivos o pasturas. Generalmente es para autoconsumo pero puede ser para venta.

Entomoforestería

Su finalidad es producir insectos útiles, para lo cual se establecen especies leñosas y no leñosas que favorecen su desarrollo y reproducción. Principalmente es para autoconsumo.

Acuaforestería

Su fin es principalmente para autoconsumo. Consiste en la producción de alimentos tanto de origen vegetal como animal, para lo cual se asocian animales acuáticos con especies leñosas, no leñosas y animales terrestres.

Huerto familiar

Sus productos son para autoabastecimiento. Son especies leñosas frutales, multipropósito, no leñosas y animales de traspatio establecidos generalmente cerca de la vivienda. Su finalidad es la de diversificar la producción.

3.3. Selección de especies

La selección de especies en una plantación, sea cualquiera su objetivo, es un factor de suma importancia, pues prácticamente determinará el éxito de la misma. Para lograrlo se deben considerar diversos factores (Eguiluz, s. f.; Salmerón, 2002; Musálem y Fierros, 1979)

Para facilitar la comprensión y manejo de estos factores se pueden clasificar en: factores ecológicos, tecnológicos económicos y otros aspectos relevantes, así como el objetivo que el establecimiento tendrá. Estos factores se describen a continuación:

3.3.1. Objetivo de la plantación

Es muy importante en la selección de especies, pues éstas deberán de cumplir el fin para el cual será establecida una plantación.

Una plantación puede tener los siguientes objetivos y en cada caso se deberían de buscar las especies más adecuadas:

a) Comerciales

- Industriales
- Energéticos
- Alimenticios
- Producción de semilla mejorada

b) Protectoras

- Cuencas de captación
- Vasos de almacenamiento
- Vías públicas
- Cortinas rompeviento
- Fijación de dunas
- Recuperación de suelos erosionados
- Refugios silvestres

c) Investigación, experimentales y demostrativas

- Ensayos experimentales
 - Jardines botánicos
 - Arboretum
 - Bancos clonales
 - Parques y jardines urbanos
 - Parques nacionales
 - Campos deportivos
 - Alineación de calles y carretera
- d) Escénicas, recreativas y sociales

3.3.2. Factores ecológicos

Dentro de éstos se consideran aspectos del entorno en el que se desarrollará la especie y también las características de ésta, buscando la compatibilidad de ambos.

Factores climáticos

Precipitación: Es importante considerar tanto la cantidad como la distribución de las lluvias y su acción mecánica sobre el suelo, por tanto es conveniente contar con los siguientes datos: Media anual, media mensual, máxima, mínima, años secos, número y frecuencia de días lluviosos y otras formas de precipitación.

Temperatura: Todas las especies tienen diferentes exigencias y generalmente se desarrollan dentro de fronteras delimitadas por la variación de la temperatura. Se debe de contar con datos sobre la temperatura: media anual, media mensual, máxima y mínima.

Humedad relativa: Algunas especies pueden sobrevivir en regiones de baja humedad, pero otras requerirán la condición inversa, de modo que se requiere conocer este aspecto del área en la que se quiere establecer la plantación: Promedio anual y mensual y presencia de niebla.

Vientos: La velocidad del viento es diferente en cada lugar y la resistencia de las especies a sus efectos deberá ser considerada para una adecuada selección. Los datos de velocidad media mensual, velocidad absoluta, dirección y frecuencia de vientos fuertes son de importante consideración.

Otros: Evaporación, evapotranspiración, cantidad y calidad de luz.

Factores del suelo

El suelo no solamente cumple la función de sostener físicamente a la planta, sino que también es el medio en el que se encuentran nutrientes, humedad que la planta requiere para su crecimiento. Además hay que considerar las interacciones de la planta con las características del suelo y los organismos que en él habitan.

Se deben de conocer las siguientes propiedades del suelo para elegir la especie que mejor prospere bajo estas condiciones: origen geológico del suelo, descripción del perfil, profundidad, textura y estructura, permeabilidad, contenido de MO, pH, presencia y cantidad de nutrientes, microorganismos, presencia de micorrizas.

Factores físicos

Tipo de relieve, porcentaje de pendiente, exposición, altura sobre el nivel del mar, Latitud

Factores bióticos

Estos factores se refieren a la presencia de cualquier tipo de organismos y a la interacción entre ellos, ya sea negativa o positiva; determinar la competencia, presencia de plagas y enfermedades y la relación de la especie con la fauna y vegetación existente será importante para seleccionar la especie adecuada tratando de evitar los efectos adversos.

También se refiere a las características que poseen las especies, las cuales deberán de adecuarse a las que ofrece el sitio y los objetivos de la plantación, por tanto se deben de conocer los requerimientos, sus hábitos de crecimiento, el desarrollo fenológico de la planta, la plasticidad y agresividad de la planta. Otro factor muy importante a considerar, además de controversial, es si se elegirá una especie exótica o nativa.

Otros

Otros factores ecológicos a considerar son la frecuencia y riesgo de incendios de la zona y, en caso de que existiera, la influencia antropogénica con la finalidad de asegurar la resistencia de la especie a las condiciones que propicien ambos.

3.3.3. Factores económicos

Factores económicos directos

Se deberá de considerar los costos del establecimiento y cuidado de la plantación considerando: el costo de la planta o semilla, el costo del mantenimiento, de los insumos empleados y de la mano de obra. Así también la ganancia que se obtendrá de la misma.

Factores económicos indirectos

Se debe de procurar que la especie elegida tenga un buen mercado y poca competencia, además se deberá de tomar en cuenta el efecto que generará sobre el entorno natural, cuantificándolos como costos ambientales.

3.3.4. Factores tecnológicos

Tomar en cuenta las herramientas tecnológicas de las que se dispone para mantener la plantación, o bien para procesar un determinado producto es importante para elegir la especie, de acuerdo a éstas se deberá de considerar si se cuenta con la industria y mano obra que requiere la especie así como los conocimientos sobre su manejo.

3.3.5. Factores sociales

Es necesario conocer las costumbres y aceptación de la población sobre la especie, la existencia de viveros que aseguren la disponibilidad de la planta según el grado de demanda de la población y los programas de apoyo destinados a incentivar determinadas especies. En concreto, que la población encuentre favorable establecer la especie.

3.4. En los Sistemas Agroforestales

En este caso particular se deberá de prestar especial atención, además de considerar los factores ya mencionados, a tratar de generar interacciones de mutualismo entre las especies elegidas, evitando la alelopatía y la competencia, además de que las especies elegidas deberán de tener diversos usos.

En el caso de los Sistemas Agroforestales también es importante la elección de la tecnología que se empleará, con la finalidad de aprovechar eficientemente el espacio, la radiación solar a diferentes estratos, así como las relaciones entre las especies y obtener los máximos beneficios.

3.4.1. Selección de la tecnología agroforestal a implementar

Ospina (2006) basado en Geilfus (1989) propone una matriz como una guía para identificar la tecnología agroforestal que puede emplearse basándose en las características de especies leñosas, o bien para seleccionar especies leñosas a partir de la tecnología que se desea utilizar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz de tecnologías agroforestales

		Características de las especies																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Tecnología agroforestal	A	X	X	X	X													X
	B				X								X	X		X		X
	C	X	X	X	X								X					X
	D	X	X		X	X	X	X		X			X	X				X
	E	X			X	X	X											X
	F		X			X	X	X				X	X		X			X
	G	X		X	X	X		X					X	X		X		X
	H				X	X	X		X		X	X	X	X		X		X
	I	X	X	X	X	X		X										X
	J	X	X	X	X	X				X	X							X
	K		X		X		X						X		X		X	X
	L	X	X			X							X	X				X
	M	X	X		X								X					X
	N	X	X			X							X	X		X		X
	Ñ	X			X	X			X	X		X		X	X	X		X
	O	X			X	X								X	X			X
	P	X			X	X				X			X	X	X			X
	Q													X		X	X	X

Fuente: Ospina, 2006.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| A. Cerca viva | 1. Rápido crecimiento |
| B. Árboles en linderos | 2. Alta sobrevivencia luego de transplante |
| C. Barrera rompevientos | 3. Alta capacidad de rebrote |
| D. Árboles en contornos o terrazas | 4. Sistema radical profundo |
| E. Tiras de vegetación en contorno | 5. Fijadora de nitrógeno |
| F. Árboles en pasturas | 6. No invasora |
| G. Árboles en cultivos transitorios | 7. Generar poca sombra |
| H. Árboles en cultivos permanentes | 8. Producir abundante follaje |
| I. Banco de proteínas | 9. Alta producción de hojarasca |
| J. Cultivos en fajas | 10. hojas pequeñas |
| K. Huerto de plantación frutal | 11. Hojarasca de rápida descomposición |

L. Lote multipropósito	12. No ser quebradizos
M. Sistema taungya.	13. Generar varios productos
N. Entomoforestería	14. No poseer corteza apetecible por los animales
O. Sistema de chagras y tapado	15. Tener larga vida
P. Acuaforestería	16. Abundante producción de frutos
Q. Huerto familiar	17. No presentar efectos alelopáticos nocivos

Es importante señalar que las especies no siempre cumplen con todas las características requeridas. Por tanto, en lugares donde existe poca diversidad la selección puede ser menos exigente (Ospina, 2006).

3.5. Pasos a seguir para la selección de especies

De manera general se puede decir que para elegir adecuadamente una especie se debe de:

1. Establecer los objetivos de la plantación.
2. Caracterizar el sitio en el que se establecerá.
3. Caracterizar la especie.
4. Cotejar la información de ambas caracterizaciones.
5. Preseleccionar especies con potencial.
6. Hacer ensayos de procedencia y de otros tipos para asegurar que la elección haya sido la correcta.

Como se puede notar, la selección de especies es un proceso complejo en el que se requiere manejar una gran cantidad de información, por lo que en muchas ocasiones no se realiza adecuadamente, llevando al fracaso la plantación.

3.6. Herramientas de cómputo para la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales

Las computadoras juegan ahora un importante rol para el manejo de información y toma de decisiones en todas las disciplinas relacionadas con el manejo de los recursos naturales. El constante incremento de información ha generado la necesidad de organizar, sintetizar y manipular esta creciente base de conocimiento y facilitar su disponibilidad y uso para la educación, investigación y toma de decisiones (Ellis *et al.*, 2004).

La complejidad del manejo de los recursos naturales hace más difícil la toma de decisiones. Las herramientas de cómputo para la toma de decisiones proporcionan una manera efectiva para compilar y ordenar las diferentes variables, información y conocimiento que el administrador debe considerar en la toma de decisiones.

Las tecnologías basadas en la informática que se usan para apoyar las decisiones se pueden dividir en cinco categorías principales: Bases de datos, Sistemas de Información Geográfica, modelos computarizados, sistemas expertos y sistemas híbridos (Ellis *et al.* 2004).

En la década pasada el uso de tecnología informática en la agricultura, silvicultura y manejo de recursos naturales ha sido impresionante. En la agricultura se comenzaron a implementar a partir de la revolución agrícola en el siglo XX.

La cuestión forestal, comparada con la agrícola, se enfrenta frecuentemente con escenarios más complejos y con múltiples objetivos. El uso de computadoras para la toma de decisiones en este campo tiene que incluir, desde simples modelos matemáticos para coleccionar información, hasta las más complejas herramientas de apoyo a la toma de decisiones para ayudar a conseguir así el balance entre la producción maderable, con la conservación de la vida silvestre, la calidad del agua y la recreación entre otros objetivos que tienen que ver frecuentemente con temas sociales y políticos.

3.7. Aplicación de herramientas de cómputo para la toma de decisiones en agroforestería

De acuerdo con Ellis *et al.* (2004) se han hecho avances considerables en la investigación, planeación y desarrollo de sistemas agroforestales en diferentes regiones agroecológicas desde tropicales hasta templadas.

El uso de la computadora en la investigación agroforestal comienza con el desarrollo de bases de datos como una ayuda en la selección de plantas. Las primeras herramientas usadas en la agroforestería fueron aquellas que ya existían para la agricultura y la silvicultura.

Incluso aún, muchos de los modelos desarrollados para la agricultura y silvicultura siguen siendo la primera opción para usarlos para la agroforestería.

Actualmente existen varias herramientas de este tipo desarrolladas exclusivamente para su aplicación en agroforestería con el objetivo de ayudar en la adecuada selección de especies, identificación de terrenos aptos, modelando diferentes sistemas y prediciendo diferentes escenarios.

3.8. Bases de datos agroforestales

El principal objetivo de este tipo de bases de datos es proporcionar información para ayudar a tomar decisiones en la elección de especies candidatas para un sitio específico y propósitos definidos. Hasta la fecha se conocen las siguientes bases de datos desarrolladas para su uso en la agroforestería (Ellis *et al.*, 2004).

3.8.1. Agroforestry Systems Inventory Database

El uso de computadoras para manejar información agroforestal comienza al final de los años 80 con el Agroforestry Systems Inventory Database (AFSI) desarrollado por investigadores del International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), ahora el World Agroforestry Centre.

AFSI es una colección global de datos e información de sistemas agroforestales usando cuestionarios como instrumento de encuesta. La información colectada e introducida al sistema incluye la descripción general, localización geográfica, características biofísicas, aspectos socioeconómicos, sistema de evaluación, componentes del sistema y sus usos e identificación de necesidades de investigación.

Esta base de datos permite al usuario consultar y extraer información como la localización geográfica de diferentes sistemas agroforestales y las especies encontradas en éstos.

Desafortunadamente muchos de las primeras herramientas de apoyo a la decisión han fallado en el mantenimiento y actualización y desaparecen con el tiempo. Actualmente no se encuentra información disponible de versiones o disponibles de este programa.

3.8.2. Multipurpose Tree and Shrub Database (MPTS)

Esta es otra de las primeras bases de datos desarrollada también por ICRAFT en 1991 con el objetivo de proporcionar información detallada sobre un gran número de especies a los investigadores y trabajadores de campo que se dedican a actividades relacionadas con leñosas perennes útiles para tecnologías y sistemas agroforestales.

Su manual de usuario se define como una base computarizada de información que sirve como un sistema de apoyo a la toma de decisiones creada a partir de información existente sobre especies de árboles y arbustos multiusos en los trópicos y subtrópicos.

La base de datos cuenta con un software que permite al usuario la creación de parámetros de búsqueda para apoyar la selección correcta de especies basada en variables físicas y sociales.

La base de datos actualmente cuenta con alrededor de 2340 descripciones de leñosas perennes maderables tropicales y subtropicales. Está disponible en Internet y en CD.

Su interfaz gráfica permite al usuario seleccionar especies basándose en múltiples criterios pues permite el uso de expresiones Booleanas. O bien simplemente seleccionarlas por el nombre. Considera las siguientes variables:

Especie

- Nombre común
- Nombre científico
- Usos
- Servicios
- Manejo
- Propagación
- Morfología
- Problemas de cultivo
- Distribución (*Países, regiones*)
- Suelo (*Clasificación FAO*)
 - Textura
 - Salinidad
 - Profundidad
 - Drenaje

3.8.3. Forestry compendium

Aunque no es exclusivamente para uso en la agroforestería resulta de suma utilidad para la investigación y planeación en ese campo. Forestry compendium fue desarrollado en conjunto por el Commonwealth Agricultural Bureau International (CABI) and International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO).

Abarca las especies de zonas tropicales, subtropicales, templadas y boreales que son de utilidad silvícola o agrosilvícola. Contiene información organizada en fichas de tres tipos: Completas (931), Nociones generales (924) y básicas

(Alrededor de 20 000). Considera información tanto de árboles como arbustos, herbáceas forestales, bambúes y algunas de las plagas que les afectan.

Esta información ha sido provista por especialistas y verificada por un equipo internacional de expertos. La información sobre bambúes fue proporcionada por INBAR. Considera las siguientes variables:

- *Taxonomía y nomenclatura*
- *Importancia*
- *Usos*
 - Maderables
 - No maderables
 - Servicios Ambientales
- *Distribución geográfica*
- *Tolerancia al medio*
 - Altitud
 - Clima
 - Temperatura del aire
 - Precipitación
 - Régimen de precipitación
 - Suelo y fisiografía
 - Tolerancias del suelo
 - Tipo de suelo
- *Silvicultura y manejo*
 - Características silviculturales
 - Prácticas silviculturales
 - Manejo
 - Plagas
- *Desventajas*
- *Imagen*
- *Referencias*

3.8.4. Agroforestry database

Esta base de datos proporciona información detallada de 670 especies de árboles agroforestales con la finalidad de ayudar a los investigadores y técnicos a seleccionar las especies adecuadas para cada tecnología agroforestal. Este proyecto fue desarrollado por British Department for International Development (DFID), la Unión Europea y el World Agroforestry Centre.

Para cada especie incluye las siguientes variables.

- *Nombre común*
- *Nombre científico*
- *Descripción botánica*
- *Biología*
 - Época de floración
 - Hábito de crecimiento
 - Flores
 - Semillas
- *Ecología*
 - Descripción de su hábitat
- *Límites biofísicos*
 - Altitud
 - Temperatura media anual
 - Precipitación anual
 - Suelo
- *Distribución documentada en el mundo*
- *Productos*
- *Servicios*
- *Manejo*
- *Manejo de germoplasma*
- *Plagas y enfermedades*

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del área de estudio

4.1.1. Aspectos físicos y biológicos

4.1.1.1. Localización geográfica.

El estudio se realizó en el Municipio de Ixmiquilpan, situado en el estado de Hidalgo, entre los 20° 22' y 20° 34' latitud norte y los 99° 04' y 99° 19' longitud oeste, con una altitud entre 1 600 y 3200 m. Tiene una superficie de 486.84 km², equivalente al 2.34% de la superficie estatal (INEGI, 2010). Se localiza a 75 km del norte de la ciudad de Pachuca. Colinda con los municipios de Nicolás Flores y Zimapán al norte, con Cardonal y Santiago de Anaya al este, con San Salvador, Santiago de Anaya, y Chilcuautla al sur y con Alfajayucan, Tasquillo y Zimapán al Oeste (Figura 1).

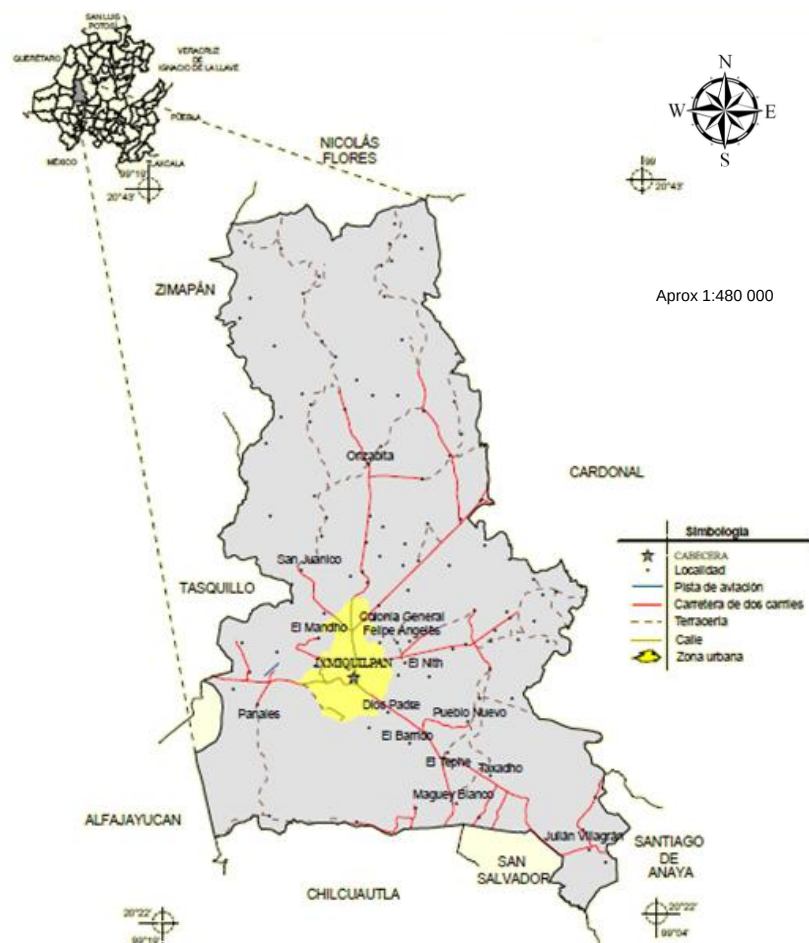


Figura 1.Ubicación del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox. 1:480 000).

Fuente: INEGI, 2010.

4.1.1.2. Clima.

En la Figura 2 se muestran los cuatro tipos de climas presentes en el municipio: el semiseco templado se presenta en 52.0% del municipio, el seco semicálido en el 25.0%, el templado subhúmedo con lluvias en verano (de mayor humedad) en el 17% y el templado subhúmedo con lluvias en verano (de menor humedad) en sólo el 6% (INEGI, 2010).

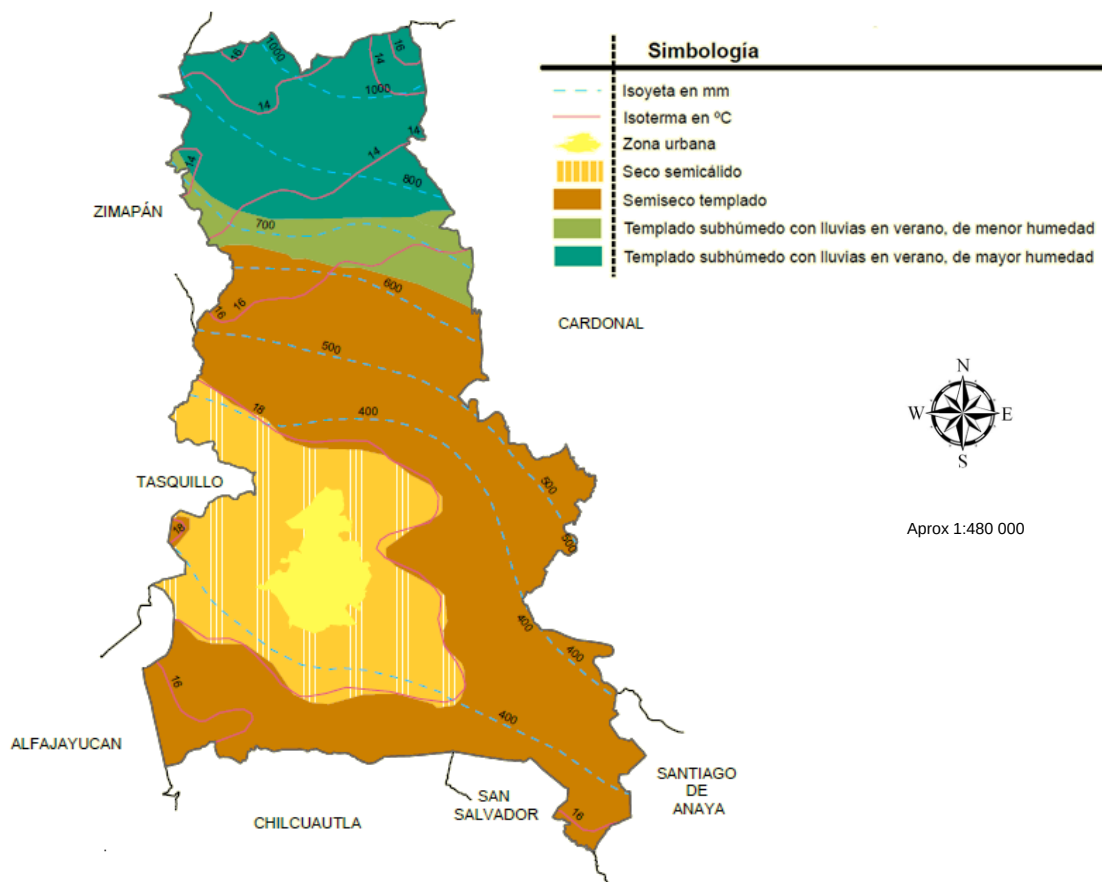


Figura 2. Climas del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox 1:480 000).

Fuente: INEGI, 2010.

La temperatura promedio de los meses más fríos del año (diciembre, enero y febrero) es de 14.5° C y durante los más cálidos (junio y julio) de 21.4°C, la temperatura anual promedio es de 18°C. La precipitación promedio anual es de 346.9 mm, en los meses de junio y septiembre se presenta la mayor precipitación, mientras que en los meses de febrero y diciembre se presenta la más baja (Figura 3) (INFAED 2005).

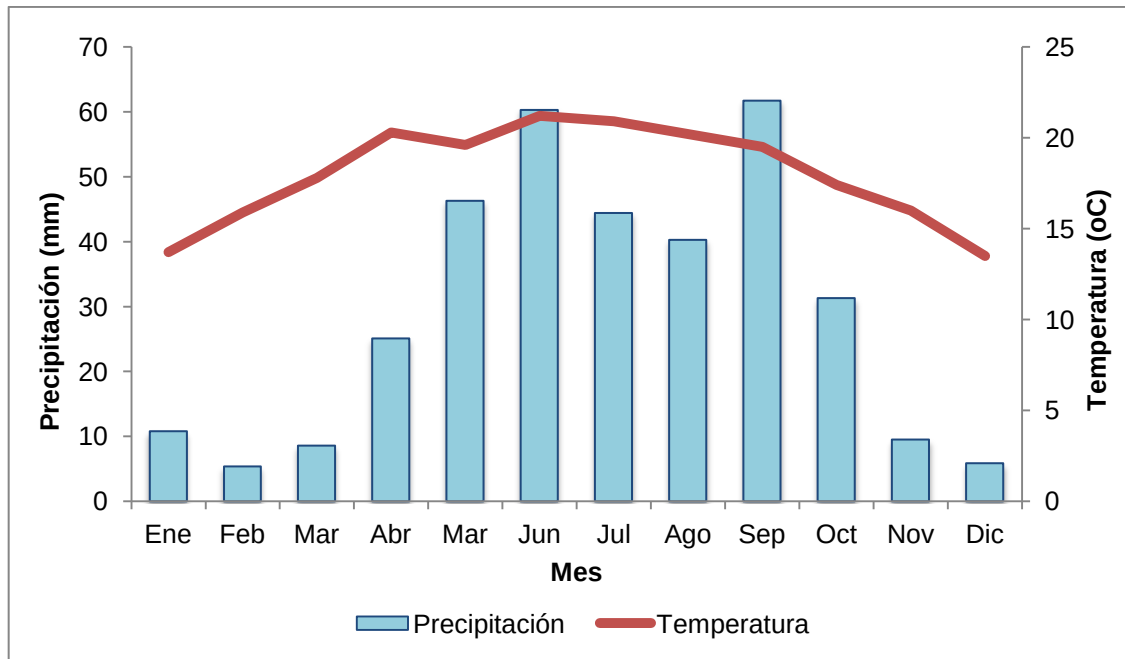


Figura 3. Climodiagrama del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Período 1952-2005). Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. 2006.

4.1.1.3. Relieve.

La mayor parte del municipio se encuentra localizado en el Sistema Volcánico Transversal (73%), se caracteriza por la presencia de llanuras y en menor proporción lomeríos. El territorio restante se localiza en la Sierra Madre Oriental.

El 51.0% del territorio está conformado por lomeríos, el 41.0% por sierra, las llanuras y mesetas ocupan el 4.0% cada una (Figura 4).

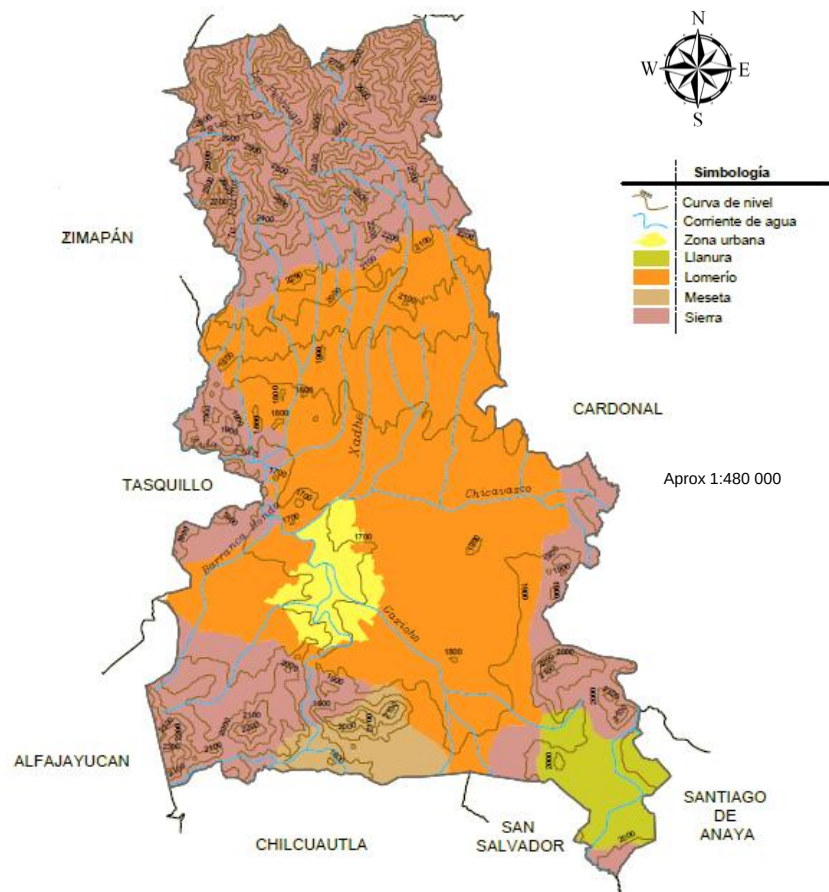


Figura 4. Relieve del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox 1:480 000).

Fuente: INEGI, 2010.

Los cerros La Palma, Thito, La Muñeca, Xintza, Guadril, Temboo, Dexitzo (La Cruz) y Daxhie. Son las principales elevaciones que se encuentran dentro del municipio (INFAED, 2005).

4.1.1.4. Suelo.

Según el Conjunto de Datos Geográficos de la carta edafológica elaborada por el INEGI en escala 1:250 000 existen 5 tipos de suelo: Phaeozem, Regosol, Calcisol, Leptosol y Vertisol (Figura 5). Martínez (2002) describe que en general son ligeramente alcalinos y pobres en materia orgánica.

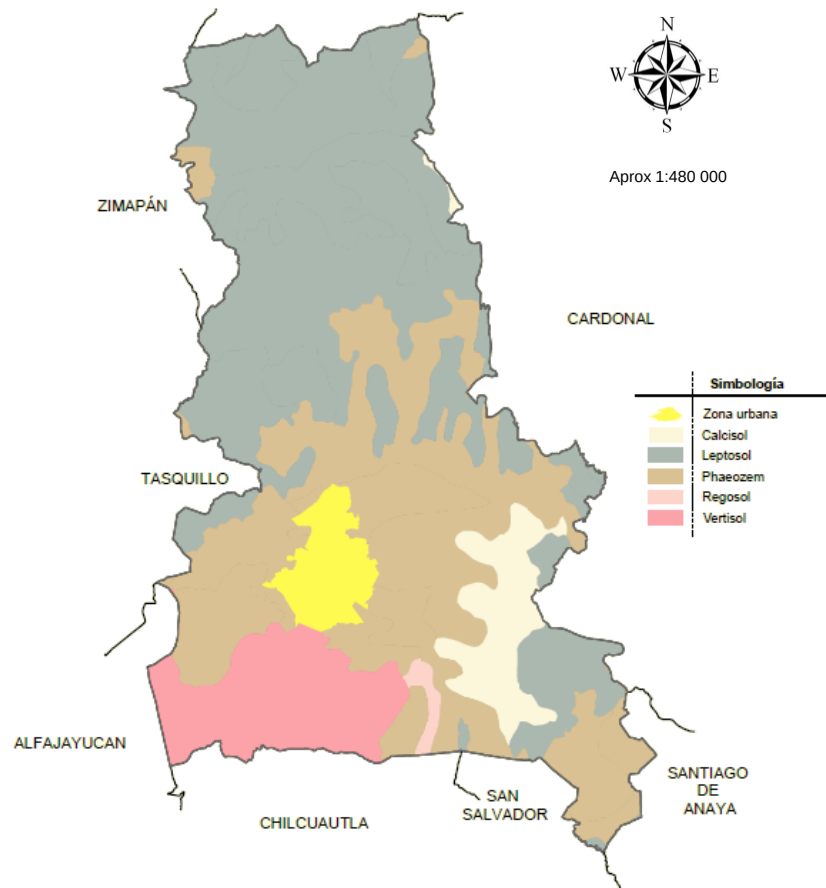


Figura 5. Suelo del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo (Aprox. 1:480 000).

Fuente: INEGI, 2010.

4.1.1.5. Hidrografía.

Ixmiquilpan está localizada dentro de la región hídrica del Pánuco, en la cuenca del Río Moctezuma. El río Tula y Chicavasco son corrientes perennes que irrigan al municipio; Agua fría, Barranca Honda, Gaxioho, La Palma, La Pechuga y Xadhe son corrientes intermitentes (INEGI, 2010).

4.1.1.6. Vegetación.

El municipio de Ixmiquilpan se sitúa dentro de la región conocida como Valle del Mezquital. Según Rzedowki (1968) en esta zona existe un matorral micrófilo integrado por *Prosopis* spp., *Flourensia cernua*, *Condalia mexicana*, *Koeberlinia spinosa*, *Mimosa depaupérala*, *Eupatorium tiriangulatum*, *Jatropha dioica*, *Yucca filifera*, *Agave salmiana*, *Parthenium incanum* y esporádicamente *Larrea tridentata*. Mientras que los cerros calizos presentan un matorral rosetófilo modificado; se presenta *Agave lecheguilla*, *A. striata*, *Dasyilirion* sp., *Hechtia* spp., *Fouquieria splendens*, *Jatropha dioica*, *Leucophyllum minus* y *Yucca filifera*.

Bravo (1978) menciona que en la zona se presentan las siguientes especies de cactáceas: *Coryphantha clava*, *C. cornifera*, *C. erecta*, *Dolichothele melaleuca*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus cinerascens*, *E. pentalophus*, *Echinofossulocactus anfractuusus*, *Ferocactus echidne*, *F. hystrix*, *F. latíspinus*, *Mammillaria compressa*, *M. echinaria*, *M. glochidiata*, *M. hidalgensis*, *M. magnimamma*, *M. polythele*, *M. uncinata*, *Myrtillocactus geometrizers*, *Neolloydia conoidea*, *Opuntia hyptiacantha*, *O. imbricata*, *O. kleiniae*, *O. leptocaulis*, *O. leucotricha*, *O. microdasys*, *O. robusta*, *O. stenopetala*, *O. streptacantha*, *O. tunicata*, *Stenocereus dumortieri*, *S. marginatus*.

En el municipio se encuentran especies representativas de las regiones áridas; lechuguilla (*Agave lechuguilla*), mezquite (*Prosopis* spp.), diferentes especies de nopal (*Opuntia* spp.), acacia (*Acacia tortuoso*), sangre de drago (*Jatropha dioica*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizers*), entre otras. En su zona de bosque se encuentra pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.), enebro (*Juniperus deppeana*) y sabino (*Juniperus flaccida*). A la orilla del río se pueden encontrar aún grandes ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*). En las zonas con mayor influencia humana es común encontrar pirul (*Schinus molle*), jacaranda (*Jacarada mimosaefolia*), así como árboles frutales; aguacate (*Persea americana*), durazno (*Prunus persica*), granada (*Punica granatum*) e higo (*Ficus carica*) (Martínez, 2000, INFAED, 2005).

Cabe mencionar que la vegetación del lugar juega un papel muy importante en la alimentación de los pobladores del municipio ya que desde la antigüedad se han alimentado con numerosas especies de plantas silvestres (Llanos, 2008).

4.1.1.7. Fauna.

Dentro del municipio es posible observar conejos (*Sylvilagus spp.*), mapaches (*Procyon lotor*), tlacuaches (*Didelphis virginiana*), ardillas (*Sciurus vulgaris*), murciélagos (*Pipistrellus pipistrellus*), cacomixtles (*Bassariscus astutus*), ratones de campo (*Apodemus sylvaticus*), varias especies de serpientes (*Crotalus spp.*, *Micrurus spp.*, entre otras), lagartijas, golondrinas (*Hirundo spp.*), cuervos (*Corvus imparatus*), zanates (*Quiscalus mexicanus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), palomas (*Zenaida macroura* y *Columba livia*), tórtolas (*Scardafella inca*), gorrión inglés (*Passer domesticus*), carpodaco doméstico (*Carpodacus mexicanus*) y numerosos insectos (Martínez, 2000).

4.1.2. Descripción sociodemográfica

4.1.2.1. Población actual.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado en el 2010 por el INEGI el municipio cuenta con 86, 363 habitantes. La mayoría de su población se encuentra concentrada en la cabecera municipal y en sus principales localidades como Panales, El Tephé, Maguey Blanco, Orizabita, entre otros (INFAED, 2005).

4.1.2.2. Grupos étnicos.

Según el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio habitan un total de 24,341 personas que hablan alguna lengua indígena, en su mayoría personas de edad avanzada quienes también hablan español (INFAED, 2005).

El grupo étnico que habita el municipio es el Otomí (Centro Estatal de estudios Municipales de Hidalgo, 1988).

4.1.2.3. Educación.

El municipio cuenta con 48 instituciones de educación preescolar, 53 de preescolar indígena, 43 de primaria, 63 primarias indígena, 9 secundarias generales y 3 secundarias técnicas agropecuarias, 11 centros de enseñanza a nivel medio superior (2 telebachilleratos, un Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario, un Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos, un Centro de Extensión de Bachillerato Industrial y 6 preparatorias). A nivel superior existe la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital. Cuenta también con un centro psicopedagógico para atender a niños con problemas de aprendizaje, con una escuela de Educación Especial para atender a niños con problemas de audición, lenguaje y/o visuales y una Unidad de Grupos Integrados para atender a niños de primer año reprobados. Ahí también se localiza el Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Hidalgo (ICATHI), 3 academias para secretariado y contabilidad auxiliar, 2 academias de belleza, 2 de danza para niños y jóvenes y 2 de computación, una de ellas con extensión para estudios de enfermería (INFAED, 2005).

Ixmiquilpan, es sede de los Servicios Regionales de Educación dependiente de los Servicios Coordinados de Educación en el Estado, la cual se localiza en el pueblo de Remedios.

La eficiencia terminal en los niveles de preescolar y primaria se dan en un promedio de 94.6 y 91.2%, respectivamente, mientras que a nivel secundaria y bachillerato, es solamente de un 76.0% y 34.2%, respectivamente (INFAED, 2005).

Dentro del municipio existen 3 bibliotecas, 42 laboratorios, 68 talleres y 724 anexos que comprenden dirección, cooperativas, bodegas, áreas administrativas, Intendencia, pórticos, entre otros (INFAED, 2005).

4.1.2.4. Salud.

Ixmiquilpan cuenta con 21 unidades médicas: una pertenece al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores (ISSSTE), cuatro al Instituto

Mexicano del Seguro Social (IMSS) , quince a la Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo (SSAH) y una a la Cruz Roja Mexicana (CRM). Cuenta además con quince casas auxiliares de salud (INFAED, 2005).

El 26 de noviembre de 2007 fue inaugurado el Centro de Rehabilitación Integral (CRIR) con una capacidad para atender a más de 38 mil personas, proporcionar más de 2 mil consultas, 20 mil terapias, así como cientos de estudios de rayos X y electromiografías al año (Castillo, 2007). Así mismo el 22 de septiembre de 2008 fue inaugurado el Hospital Regional de Ixmiquilpan (Castillo, 2008).

Dentro de la asistencia social, el Sistema Estatal para el Desarrollo de la Familia (DIF) maneja diversos programas en el municipio (Centro Estatal de estudios Municipales de Hidalgo, 1988).

4.1.2.5. Vivienda.

Cuenta con un total de 21, 246 viviendas. El material predominante en la construcción de sus viviendas es el cemento o firme en pisos, tabique, ladrillo, block, piedra o cemento en paredes y losa, de concreto, tabique o ladrillo así como lámina de asbesto o metálica en los techos (INEGI, 2010).

4.1.2.6. Comunicaciones y transporte.

De las 104 localidades que conforman el municipio 39 cuentan con servicio telefónico. Existe una oficina de telégrafos, 40 oficinas postales, señal de radio y televisión así como periódicos locales y provenientes de la capital del Estado y de la ciudad de México (INFAED 2005).

Cuenta en su mayoría con carreteras pavimentadas y sólo algunas localidades se encuentran comunicadas por terracería. El servicio de transporte es brindado por combis y camionetas en la zona urbana y semiurbana (Llanos, 2008).

Es de señalarse y lamentarse la carencia de una Central Camionera, a pesar de la importancia del municipio como centro regional, rezago debido a la irresponsabilidad de los permisionarios y a la evidente tolerancia de las autoridades del ramo.

4.1.2.7. Servicios públicos.

Ixmiquilpan presenta una buena disponibilidad de servicios. El 90% de las viviendas cuenta con agua entubada, el 63% con drenaje y el 96% con electricidad (Llanos, 2008).

4.1.3. Descripción económica

4.1.3.1. Principales actividades económicas.

La agricultura, la ganadería y el turismo son las principales actividades económicas del municipio (INFAED, 2005).

Agricultura

INEGI (2006) reporta que de la superficie total del municipio 28, 370 ha son dedicadas a la agricultura (11, 275 ha de temporal y 17, 094 ha de riego). Los principales cultivos de riego son: maíz, frijol, avena forraje, alfalfa verde y hortalizas. En agricultura de temporal se cultiva maíz principalmente. En la fruticultura se explota generalmente la granada y el higo (Centro Estatal de estudios Municipales de Hidalgo, 1988).

Actividades pecuarias

En el municipio se produce ganado bovino para leche y carne, ganado porcino, ovino y caprino. Así como aves de engorda y postura, guajolotes y colmenas. La pesca es utilizada principalmente como medio de subsistencia (INFAED, 2005).

Industria y Comercio

El municipio cuenta con siete tiendas DICONSA, un tianguis, un mercado público, un rastro, y diversos establecimientos de alimentos y bebidas (INFAED, 2005). Los principales productos comercializados son las artesanías, las frutas y las hortalizas.

Mención especial merece el reciente establecimiento de grandes tiendas departamentales como Coppel, Aurrerá y Comercial mexicana.

Turismo

El principal atractivo del municipio son los numerosos balnearios de aguas termales, cuenta con alrededor de 10, sobresaliendo el de El Tephé como uno de los mejores del estado de Hidalgo. Otro de los atractivos turísticos de importancia es la iglesia y exconvento de San Miguel Arcángel, el Templo de El Carmen, el puente colonial de la Otra Banda, la Diana Cazadora en la plaza principal y el museo de la Cultura Ñhañhú. En oferta hotelera se tienen 12 hoteles, así como diversas casas de huéspedes; además cuenta con dos agencias de viaje, 9 restaurantes, cafeterías y fondas, 1 museo, 6 discotecas y centros nocturnos, 1 proyecto turístico en desarrollo y 2 proyectos de desarrollo turístico a realizar (INFAED, 2005).

4.1.3.2. Población económicamente activa.

La población económicamente activa de 12 años y más del municipio asciende a 23,599 de las cuales 210 se encuentran desocupadas y 23,389 se encuentran ocupadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de la población económicamente activa en el municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Sector	PEA Ocupada	%
Total municipal	23,389	
Primario	7,464	31.9
Secundario	4,368	18.7
Terciario	11,557	49.4

Fuente: INEGI. 2006. Anuario estadístico del Estado de Hidalgo.

4.1.3.2. Ingreso Per cápita.

El ingreso per cápita anual de los habitantes del municipio es de 4,474 dólares (INEGI, 2006).

4.2. Metodología

4.2.1. Identificación de las especies perennes de uso múltiple

Para detectar las especies con potencial para ser utilizadas en sistemas agroforestales se tomaron en cuenta aquellas que fueran perennes y que posean diversos usos en el área de estudio.

Se realizó un muestreo no probabilístico del tipo discrecional, para lo cual se realizaron encuestas abiertas dirigidas a habitantes seleccionados previamente. La característica que se buscó en tales informantes fue que contaran con conocimientos sobre los usos de las especies. Se entrevistaron a aquellas personas reconocidas en las comunidades por sus conocimientos así como comerciantes que acuden al tianguis tradicional del municipio a vender diversos productos de origen vegetal.

Las encuestas no se estructuraron para promover un diálogo abierto, pero siempre considerando las siguientes variables cualitativas:

- Especie empleada
- Parte empleada
- Forma en la que se emplea

4.2.2. Identificación taxonómica de las especies

Se emplearon las claves taxonómicas correspondientes y a partir de la comparación de características observadas en campo y las indicadas por tales claves se identificaron taxonómicamente las plantas hasta señalar su género y especie, así como las sinonimias más empleadas.

También se visitó el herbario de la División de Ciencias Forestales (DICIFO) de la Universidad Autónoma Chapingo, para poder comparar los ejemplares de interés con los que ahí se encuentran y así facilitar la identificación.

Los nombres comunes fueron de gran utilidad para ubicar qué especies podrían ser, así como estudios realizados en esas zonas.

4.2.3. Descripción de las especies

Las especies se describieron haciendo una recopilación de información ya documentada en artículos científicos, en libros o en bases de datos ya existentes. Sin embargo, es conveniente señalar que estas bases de datos en muchas ocasiones presentan información que podría no ser válida para el país por lo que sus datos se emplearon con restricción.

Se indicó si las especies pertenecían a alguna categoría de riesgo, su situación geográfica en el país, se caracterizaron fenotípicamente, se señalaron sus requerimientos tanto climáticos como de suelo, cultivo, usos y beneficios ambientales que poseen.

4.2.3.1. Categorías de riesgo.

De acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 se señaló si las especies se encuentran bajo alguna de las siguientes categorías definidas textualmente (Diario Oficial de la Federación, 2002).

- Probablemente extinta en el medio silvestre
- En peligro de extinción
- Amenazadas
- Sujetas a protección especial

4.2.3.2. Datos geográficos.

Solamente se consideraron las especies nativas y naturalizadas pues se supone que éstas son completamente aptas para establecerse en los climas secos y semisecos. Se indicó a cuál de las dos categorías pertenecen las especies, así como los estados de la república en los que se presentan.

4.2.3.3. Descripción fenotípica.

De los ejemplares identificados se obtuvieron los siguientes datos por medio de revisión bibliográfica y se cotejó con los observados en campo:

Hábito de crecimiento, altura, diámetro, flor, fruto, semilla, hoja, corteza, raíz, espinas y en el caso de cactáceas otras características útiles para su identificación. También se obtuvo información de la floración y fructificación de la especie.

4.2.3.4. Interacciones ecológicas.

Se obtuvo información sobre las interacciones que presenta con especies animales, vegetales y con microorganismos del suelo, indicando si son positivas o negativas.

4.2.3.5. Requerimientos.

Se obtuvo información sobre los requerimientos para que la especie se desarrolle, estos datos fueron referentes a altitud, precipitación, temperatura y textura, pedregosidad, profundidad, pH y materia orgánica del suelo.

4.2.3.6. Cultivo.

Se describió la tecnología para el cultivo de estas especies en caso de que la información estuviera disponible.

4.2.3.7. Usos.

Se investigaron los diferentes usos que poseen las especies. Se clasificaron en:

Alimento, Bebida, Construcción, Combustible, Fibras, Forraje, Medicinal, Ornamental, Taninos, Colorantes, Gomas, Adhesivos, Apicultura, Aceite, Champú, Sustancias activas, Celulosa, Almacenamiento, Industrial, Insecticida, Fertilizante y Otros en donde se incluyen diversos usos que se le pueden dar a la especie además de los ya referidos; dentro de estos se incluyeron: partes de la planta con usos específicos, insectos comestibles, religioso, artesanal y mágico.

También se indicó cual es la parte empleada y se describe la manera en que se usa, se mencionan resultados de estudios que se han realizado sobre las especies y que respaldan los usos dados tradicionalmente.

4.2.3.8. Beneficios ambientales.

Se describieron los beneficios ambientales citados en las diferentes literaturas consultadas. Se agruparon en: Control de la erosión, fijadora de nitrógeno, fotosintetiza durante la noche, mejoramiento del suelo, tratamiento de aguas residuales y uso en restauración.

4.2.4. Usos en la agroforestería

Con base en la descripción de las especies se hizo una propuesta de tecnologías agroforestales donde podrían ser integradas. También se incluyen propuestas de otros autores y los usos tradicionales que tienen las especies. Las tecnologías agroforestales consideradas fueron: Cerca viva, barrera rompevientos, vegetación en contorno, árboles en cultivos, banco forrajero, cultivos en fajas, lote multipropósito, entomoforestería y huerto familiar.

4.2.5. Construcción del sistema de cómputo

Una vez recopilada toda la información se integró en una base de datos para permitir la búsqueda de alguna especie bajo los siguientes criterios: especie, usos, requerimientos y distribución geográfica. También se puede consultar la información completa de las especies, con esto se pretende generar una herramienta para la selección de especies para el establecimiento de plantaciones y Sistemas Agroforestales.

Se generó un manual para el usuario, en el cual se explica cómo funciona el sistema y los conceptos que en él se manejan.

La base de datos se elaboró con ayuda del software Access 2007.

Diagrama Entidad-relación

Los esquemas entidad-relación se representaron gráficamente. Las entidades se representaron mediante un rectángulo y las relaciones mediante un rombo. Se conectaron a las entidades usando segmentos de recta. Los atributos se representaron como óvalos conectados a las entidades o interrelaciones a las que pertenecen. Las claves se señalaron resaltando el texto con rojo.

Normalización

Se normalizó la Base de Datos para:

- Evitar la redundancia de los datos.

- Evitar problemas de actualización de los datos en las tablas.
- Proteger la integridad de los datos.

Para normalizarla se verificó que cumpliera las siguientes Formas Normales.

- Primera Forma Normal: Incluye la eliminación de grupos repetitivos (repetición de renglones).
- Segunda Forma Normal: Asegura que todas las columnas que no son llave sean completamente dependientes de la llave primaria.
- Tercera Forma Normal: Elimina cualquier dependencia transitiva. Es decir, aquella en la cual las columnas que no son llave son dependientes de otras columnas que tampoco son llave.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.2.1. Identificación de las especies perennes de uso múltiple

Durante los recorridos de campo fueron señaladas alrededor de 50 especies por tener usos diversos, sin embargo no eran perennes o bien eran especies cultivadas por lo que no se incluyeron en la base de datos.

5.2.2. Identificación taxonómica de las especies

Se identificaron un total de 28 especies perennes y silvestres, agrupadas en 19 géneros y en nueve familias. La familia más representativa fue la Cactaceae pues se encontraron 8 géneros y 14 familias pertenecientes a ésta, le sigue la familia Agavaceae con 2 géneros y 5 especies. Las menos representadas fueron la familia Euphorbiaceae, Malvaceae y Poaceae con un género y una especie cada una (Cuadro 3)

.

Cuadro 3. Especies perennes de uso múltiple identificadas en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Familia	Género	Especie
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave americana</i> <i>Agave lechuguilla</i> <i>Agave salmiana</i> <i>Agave striata</i>
	<i>Yucca</i>	<i>Yucca filifera</i>
Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus molle</i>
Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>Cylindropuntia imbricata</i> <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> <i>Cylindropuntia tunicata</i> <i>Cylindropuntia xpallida</i>
	<i>Echinocactus</i>	<i>Echinocactus platyacanthus</i>
	<i>Echinocereus</i>	<i>Echinocereus cinerascens</i>
	<i>Ferocactus</i>	<i>Ferocactus histrix</i>
	<i>Mammillaria</i>	<i>Mammillaria compressa</i>
	<i>Myrtillocactus</i>	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>
	<i>Nopalea</i>	<i>Nopalea cochenillifera</i>
	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia robusta</i> <i>Opuntia stenopetala</i> <i>Opuntia streptacantha</i>
	<i>Stenocereus</i>	<i>Stenocereus marginatus</i>
Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha dioica</i>
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia farnesiana</i>
	<i>Prosopis</i>	<i>Prosopis laevigata</i>
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria</i>	<i>Fouquieria splendens</i>
Malvaceae	<i>Malva</i>	<i>Malva parviflora</i>
Nolinaceae	<i>Dasyllirion</i>	<i>Dasyllirion acrotriche</i>
		<i>Dasyllirion longissimum</i>
Poaceae	<i>Phragmites</i>	<i>Phragmites australis</i>

Fuente: Elaboración propia.

Otero (2005) realizó un estudio en el municipio de Acapulco, Guerrero: consideró los árboles de uso múltiple del lugar y encontró un total de 41 especies, una cantidad notablemente mayor que las aquí reportadas, la diferencia se puede explicar al considerar que en su zona de estudio se

presentan cuatro de los más diversos tipos de vegetación; selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, manglar y pinar (Rzedowsky, 2006).

5.2.3. Descripción de las especies

A partir de revisión de literatura se describieron las especies y se obtuvieron los siguientes resultados:

5.2.3.1. Categorías de riesgo.

De las especies descritas, cuatro se encuentran citadas en la NOM-059-ECOL-2001; dos Amenazadas y dos sujetas a Protección Especial (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies perennes de uso múltiple citadas en la NOM-059-ECOL-2001, en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Espece	Categoría de riesgo
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Amenazada
<i>Dasyllirion longissimum</i>	Amenazada
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Protección especial
<i>Ferocactus hystrix</i>	Protección especial

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados en cuanto a especies citadas en la NOM-059-ECOL-2001 son similares a los registrados por Otero (2005), quien encontró cuatro especies enlistadas. Sin embargo, no tienen el mismo significado pues en éste caso las cuatro representan 14.28% y para el caso de Acapulco 9.7%. Dejando ver que existen más especies bajo ésta categoría en Ixmiquilpan, lo que confirma el deterioro ambiental de la vegetación de zonas áridas (SEMARNAT, 2009)

5.2.3.2. Datos geográficos.

Del total de plantas registradas se encontró que la mayoría son especies Nativas (71.43 %), mientras que las endémicas y naturalizadas son solamente 4 especies, es decir cada una representa el 14.29% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Origen de las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Género	Nativa	Endémica	Naturalizada
<i>Acacia farnesiana</i>	X		
<i>Agave americana</i>	X		
<i>Agave lechuguilla</i>	X		
<i>Agave salmiana</i>	X		
<i>Agave striata</i>	X		
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	X		
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	X		
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	X		
<i>Cylindropuntia xpallida</i>	X		
<i>Dasyllirion acrotriche</i>		X	
<i>Dasyllirion longissimum</i>		X	
<i>Echinocactus platyacanthus</i>		X	
<i>Echinocereus cinerascens</i>	X		
<i>Ferocactus histrix</i>		X	
<i>Fouquieria splendens</i>	X		
<i>Jatropha dioica</i>	X		
<i>Malva parviflora</i>			X
<i>Mammillaria compressa</i>	X		
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	X		
<i>Nopalea cochenillifera</i>			X
<i>Opuntia robusta</i>	X		
<i>Opuntia stenopetala</i>	X		
<i>Opuntia streptacantha</i>	X		
<i>Phragmites australis</i>			X
<i>Prosopis laevigata</i>	X		
<i>Schinus molle</i>			X
<i>Stenocereus marginatus</i>	X		
<i>Yucca filifera</i>	X		

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo información sobre los estados de la República en los que se presentan 26 de las 28 especies aquí descritas, únicamente de *A. americana* y *C. tunicata* no se encontró tal información. Las especies presentes en la mayoría de los estados son *A. farnesiana*, *A. salmiana*, *M. parviflora*, *P. australis* y *S. marginatus*. Las que tienen una distribución más específica de acuerdo con la literatura son *A. lechuguilla*, *C. xpallida*, *D. acrotriche*, *N. cochenillifera* y *O. robusta*. Los estados que presentan la mayoría de las especies aquí descritas son Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila e Hidalgo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de las especies perennes de uso múltiple de Ixmiquilpan, Hidalgo en México.

Especie / Estado	Ags.	B.C.	B.C.S	Cam.	Chis.	Chih.	Coah.	Col.	D.F.	Dgo.	Gto.	Gro.	Hgo.	Jal.	Mex.	Mich.	Mor.	Nay.	N.L.	Oax.	Pue.	Qro.	Qu.	ru.	o.	S.L.P	Sin.	Son.	Tab.	amp.	S.	Tlax.	Ver.	Yuc.	Zac.	
Acacia farnesiana		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	
Agave americana																																				
Agave lechuguilla							X				X		X									X		X		X									X	
Agave salmiana	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Agave striata							X			X			X						X		X	X		X		X				X					X	
Cylindropuntia imbricata	X					X	X		X	X	X		X	X	X	X			X		X	X		X		X		X							X	
Cylindropuntia leptocaulis													X									X														
Cylindropuntia tunicata																																				
Cylindropuntia xpallida						X							X		X							X														
Dasyllirion acrotriche													X								X	X		X									X			
Dasyllirion longissimum							X			X			X						X			X		X		X									X	
Echinocactus platyacanthus							X						X									X														
Echinocereus cinerascens						X	X		X				X										X		X		X				X					
Ferocactus histrix	X									X	X		X	X								X	X												X	
Fouquieria splendens							X			X												X		X		X		X		X					X	
Jatropha dioica		X					X				X		X		X						X	X	X		X		X	X	X							
Malva parviflora	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Mammillaria compressa											X		X									X		X		X										
Myrtillocactus geometrizans										X	X	X	X	X		X				X		X		X		X				X					X	
Nopalea cochenillifera													X								X	X		X		X										
Opuntia robusta											X		X			X						X		X		X									X	
Opuntia stenopetala							X				X		X									X		X		X									X	
Opuntia streptacantha	X						X			X	X		X	X	X				X	X	X	X		X		X				X					X	
Phragmites australis	X	X		X	X	X				X		X	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	
Prosopis laevigata							X			X	X		X			X				X	X					X					X		X		X	
Schinus molle					X	X	X		X				X		X	X					X					X						X	X		X	
Stenocereus marginatus						X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X		X		X			X				X		X	
Yucca filifera							X						X		X				X			X		X		X						X			X	

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.3. Descripción fenotípica.

Se describieron todas las especies con base en la revisión de literatura, estas descripciones se muestran en el Anexo 1.

5.2.3.4. Interacciones ecológicas.

La literatura reporta a algunas especies con interacciones positivas o negativas, o bien con ambas: tal es el caso de *A. farnesiana*, *A. salmiana*, *C. imbricata*, *C. leptocaulis*, *F. splendens* y *S. molle*. Sin embargo para algunas especies solamente se reportan interacciones negativas como *A. lechuguilla*, *P. australis* y *Y. filifera*. Las que presentan sólo interacciones positivas son *A. striata*, *D. acrotiche*, *E. cinerascens*, *F. hystrix*, *M. geometrizzans*, *O. robusta* y *P. laevigata* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Interacciones ecológicas de las especies perennes de uso múltiples en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie/Interacción	Positivas	Negativas
<i>Acacia farnesiana</i>	X	X
<i>Agave lechuguilla</i>		X
<i>Agave salmiana</i>	X	X
<i>Agave striata</i>	X	
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	X	X
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	X	X
<i>Cylindropuntia tunicata</i>		X
<i>Cylindropuntia xpallida</i>		X
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	X	
<i>Echinocereus cinerascens</i>	X	
<i>Ferocactus hystrix</i>	X	
<i>Fouquieria splendens</i>	X	X
<i>Jatropha dioica</i>		X
<i>Myrtillocactus geometrizzans</i>	X	
<i>Opuntia robusta</i>	X	
<i>Phragmites australis</i>		X
<i>Prosopis laevigata</i>	X	
<i>Schinus molle</i>	X	X
<i>Yucca filifera</i>		X

Fuente: Elaboración propia.

Las principales interacciones negativas resultaron ser por: Efectos adversos sobre el ganado ya sea por daños mecánicos o toxicidad al ingerirla, ser considerada una especie invasora por su fácil propagación y ejercer efectos alelopáticos sobre otras especies.

Las interacciones positivas principalmente son: Asociación con micorrizas arbusculares o bacterias fijadoras de nitrógeno, alimento y refugio para fauna silvestre y asociación con otras especies vegetales.

5.2.3.5. *Requerimientos.*

Para algunas especies se encontraron datos de la altitud mínima y máxima a la que se han registrado, sin embargo para otras solamente se tiene registrada la promedio y en algunos casos no se encontró información. Como se puede observar en el Cuadro 8, son siete especies las que pueden desarrollarse desde los 0 msnm (*A. farnesiana*, *D. acrotriche*, *D. longissimum*, *F.splendens*, *N. cochenillifera*, *P. laevigata* y *S. molle*) y ocho que lo hacen a más de 2500 msnm (*A. farnesiana*, *A. lechuguilla*, *A. salmiana*, *C. imbricata*, *M. parviflora*, *N. cochenillifera*, *O. streptacantha*, *S. molle*). Las especies con más plasticidad en cuanto a altitud se refiere son *A. farnesiana*, *A. lechuguilla*, *A. salmiana*, *C. imbricata*, *P. laevigata* y *S. molle*.

Cuadro 8. Requerimientos de altitud para las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie	Altitud mínima (m)	Altitud media (m)	Altitud máxima (m)
<i>Acacia farnesiana</i>	0		2500
<i>Agave americana</i>			
<i>Agave lechuguilla</i>	200		2700
<i>Agave salmiana</i>	300		3000
<i>Agave striata</i>		1500	
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	200		2700
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	800		2200
<i>Cylindropuntia tunicata</i>			
<i>Cylindropuntia xpallida</i>	1800		2000
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	0		1900
<i>Dasyllirion longissimum</i>	0		1900
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	1500		1900
<i>Echinocereus cinerascens</i>	1800		2200
<i>Ferocactus histrix</i>			
<i>Fouquieria splendens</i>	0		2000
<i>Jatropha dioica</i>	5		2300
<i>Malva parviflora</i>	1000		3900
<i>Mammillaria compressa</i>	1700		2100
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1800		2200
<i>Nopalea cochenillifera</i>	0		2750
<i>Opuntia robusta</i>	1800		2200
<i>Opuntia stenopetala</i>			
<i>Opuntia streptacantha</i>			2700
<i>Phragmites australis</i>	900	2000	
<i>Prosopis laevigata</i>	0		2300
<i>Schinus molle</i>	0		3800
<i>Stenocereus marginatus</i>	600		2000
<i>Yucca filifera</i>			

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la precipitación hace falta información para gran parte de las especies. De los datos que se tienen se puede apreciar que la mayoría se desarrollan con precipitaciones medias anuales por debajo de los 350 mm, con excepción de *N. cochellinifera* que requiere 700 mm. Muchas de ellas también toleran precipitaciones medias anuales por encima de los 1000 mm, como es el

caso de *A. farnesiana*, *D. acrotriche*, *D. longissimum*, *N. cochenillifera*, *P. laevigata*, *S. molle* (Cuadro 9).

Cuadro 9. Requerimientos de precipitación para las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Género	Precipitación mínima (mm)	Precipitación media (mm)	Precipitación máxima (mm)
<i>Acacia farnesiana</i>	200		2000
<i>Agave americana</i>			
<i>Agave lechuguilla</i>	150		500
<i>Agave salmiana</i>	325		502
<i>Agave striata</i>		500	
<i>Cylindropuntia imbricata</i>			
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>			
<i>Cylindropuntia tunicata</i>			
<i>Cylindropuntia xpallida</i>			
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	200		1200
<i>Dasyllirion longissimum</i>	200		1200
<i>Echinocactus platyacanthus</i>			
<i>Echinocereus cinerascens</i>			
<i>Ferocactus histrix</i>			
<i>Fouquieria splendens</i>			
<i>Jatropha dioica</i>			
<i>Malva parviflora</i>			
<i>Mammillaria compressa</i>			
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>			
<i>Nopalea cochenillifera</i>	700		2000
<i>Opuntia robusta</i>	150		800
<i>Opuntia stenopetala</i>			
<i>Opuntia streptacantha</i>		300	
<i>Phragmites australis</i>			
<i>Prosopis laevigata</i>	350		1200
<i>Schinus molle</i>	300		2000
<i>Stenocereus marginatus</i>			
<i>Yucca filifera</i>	250		550

Fuente: Elaboración propia.

Asímismo en el caso de la temperatura hace falta información para diversas especies. Las que toleran temperaturas por debajo de los 0°C son A.

lechuguilla, *C. imbricata*, *C. xpallida*, *O. robusta*, *S. marginatus* y *Y. filifera* mientras que las que soportan temperaturas superiores a los 40°C son *A. lechuguilla*, *C. xpallida*, *P. laevigata* y *Y. filifera* (Cuadro 10).

Cuadro 10. Requerimientos de Temperatura para las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)
<i>Acacia farnesiana</i>	2		32
<i>Agave americana</i>			
<i>Agave lechuguilla</i>	-8		44
<i>Agave salmiana</i>		16	
<i>Agave striata</i>			
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	-20		
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0		
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	0		
<i>Cylindropuntia xpallida</i>	-5		40
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	0		
<i>Dasyllirion longissimum</i>	0		
<i>Echinocactus platyacanthus</i>			
<i>Echinocereus cinerascens</i>			
<i>Ferocactus histrix</i>			
<i>Fouquieria splendens</i>			
<i>Jatropha dioica</i>	0		
<i>Malva parviflora</i>			
<i>Mammillaria compressa</i>	4		
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0		
<i>Nopalea cochenillifera</i>		24	
<i>Opuntia robusta</i>	-11		36
<i>Opuntia stenopetala</i>			
<i>Opuntia streptacantha</i>		16	
<i>Phragmites australis</i>		30	
<i>Prosopis laevigata</i>	0		40
<i>Schinus molle</i>	18		34
<i>Stenocereus marginatus</i>	-3		
<i>Yucca filifera</i>	-12		41

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.6. Cultivo.

Para la mayoría de las especies no se encontró información sobre su cultivo (Anexo 1). En el Cuadro 11. se muestran los datos recabados para cada especie. *P. laevigata* es la única que posee información completa. El tipo de propagación que tienen es el campo que se completó con mayor frecuencia.

Cuadro 11. Datos disponibles sobre el cultivo de las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie/Actividad	Propagación	Preparación del terreno	Densidad de plantación	Época de plantación	Régimen de riego	Control de malezas	Otras actividades
<i>Acacia farnesiana</i>	X	X		X		X	X
<i>Agave americana</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Agave lechuguilla</i>	X		X	X			
<i>Agave salmiana</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Agave striata</i>	X						
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	X						
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	X						
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	X						
<i>Cylindropuntia xpallida</i>							
<i>Dasyllirion acrotriche</i>							
<i>Dasyllirion longissimum</i>							
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	X						
<i>Echinocereus cinerascens</i>							
<i>Ferocactus histrix</i>	X						
<i>Fouquieria splendens</i>	X						
<i>Jatropha dioica</i>	X						
<i>Malva parviflora</i>	X						
<i>Mammillaria compressa</i>							
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	X				X		
<i>Nopalea cochenillifera</i>			X				
<i>Opuntia robusta</i>	X						
<i>Opuntia stenopetala</i>							
<i>Opuntia streptacantha</i>	X	X	X	X		X	X
<i>Phragmites australis</i>							
<i>Prosopis laevigata</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Schinus molle</i>	X	X	X			X	X
<i>Stenocereus marginatus</i>	X		X				X
<i>Yucca filifera</i>	X		X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.7. Usos.

Las especies con un mayor número de usos resultaron ser *A. farnesiana* y *A. lechuguilla* con 12 usos y *A. americana*, *A. salmiana* y *P. laevigata* con 10. Las que presentan menos son *C. tunicata*, *D. longissimum*, *M. compressa* y *M. parviflora* con sólo dos usos cada una. Los usos más comunes son medicinal, forraje, alimento y ornamental, mientras que los menos son adhesivos y almacenamiento (Cuadro 12).

Cuadro 12. Usos de las especies perennes de uso múltiple en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie/Usos	Alimento	Construcción	Combustible	Fibras	Colorantes	Taninos	Medicinal	Forraje	Industrial	Gomas	Adhesivos	Aceite	Insecticida	Apicultura	Ornamental	Celulosa	Sustancias activas	Champú	Bebida	Fertilizante	Almacenamiento	Otros
<i>Acacia farnesiana</i>		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
<i>Agave americana</i>	X	X	X	X			X	X							X				X	X		X
<i>Agave lechuguilla</i>	X	X	X	X			X	X	X				X		X	X		X				
<i>Agave salmiana</i>	X	X	X	X			X	X							X				X	X		X
<i>Agave striata</i>				X				X							X							
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	X	X	X				X	X							X							
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>							X	X							X							
<i>Cylindropuntia tunicata</i>			X																			X
<i>Cylindropuntia xpallida</i>			X												X							X
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	X	X	X				X								X							X
<i>Dasyllirion longissimum</i>		X																				X
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	X							X							X							X
<i>Echinocereus cinerascens</i>	X						X															X
<i>Ferocactus histrix</i>	X						X	X							X							X
<i>Fouquieria splendens</i>		X					X	X							X							
<i>Jatropha dioica</i>			X		X	X	X							X								X
<i>Malva parviflora</i>	X						X															
<i>Mammillaria compressa</i>															X							X
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	X	X	X		X		X	X							X						X	
<i>Nopalea cochenillifera</i>	X			X	X		X	X														
<i>Opuntia robusta</i>	X		X				X	X														X
<i>Opuntia stenopetala</i>			X					X							X							X
<i>Opuntia streptacantha</i>	X				X		X	X	X													
<i>Phragmites australis</i>	X	X					X	X	X						X							X
<i>Prosopis laevigata</i>	X	X	X		X	X	X	X		X				X								X
<i>Schinus molle</i>	X	X			X		X		X				X		X							X
<i>Stenocereus marginatus</i>	X				X		X	X							X				X			
<i>Yucca filifera</i>	X		X	X				X				X			X	X	X	X				

Fuente: Elaboración propia.

En el estudio realizado por Otero (2005) se reportan 13 diferentes usos, lo que comprueba lo expuesto por Llanos (2008) quien afirma que los pobladores del Ixmiquilpan han sabido aprovechar al máximo los recursos con los que disponen al darles diversos usos. Además se observa una diferencia al señalar los usos más comunes; mientras que en este estudio fueron medicinales, forrajeros y alimenticios, y en el caso de Acapulco resultaron ser para combustible, material de construcción y alimento. La diferencia probablemente estriba en la cultura de los habitantes de cada zona estudiada, así como en las características de las especies, mismas que determinan el uso que se le puede dar.

Respecto a las partes utilizadas, el tallo y las hojas son las más empleadas en diversos usos y las menos utilizadas son la lana del ápice y el látex que solamente son requeridos para un uso. Con fines medicinales son utilizadas más partes de las plantas, a diferencia de la extracción de sustancias activas, adhesivos, aceites, almacenamiento, bebida, celulosa y fertilizante para los cuales se emplea solamente una parte determinada (Figura 6).

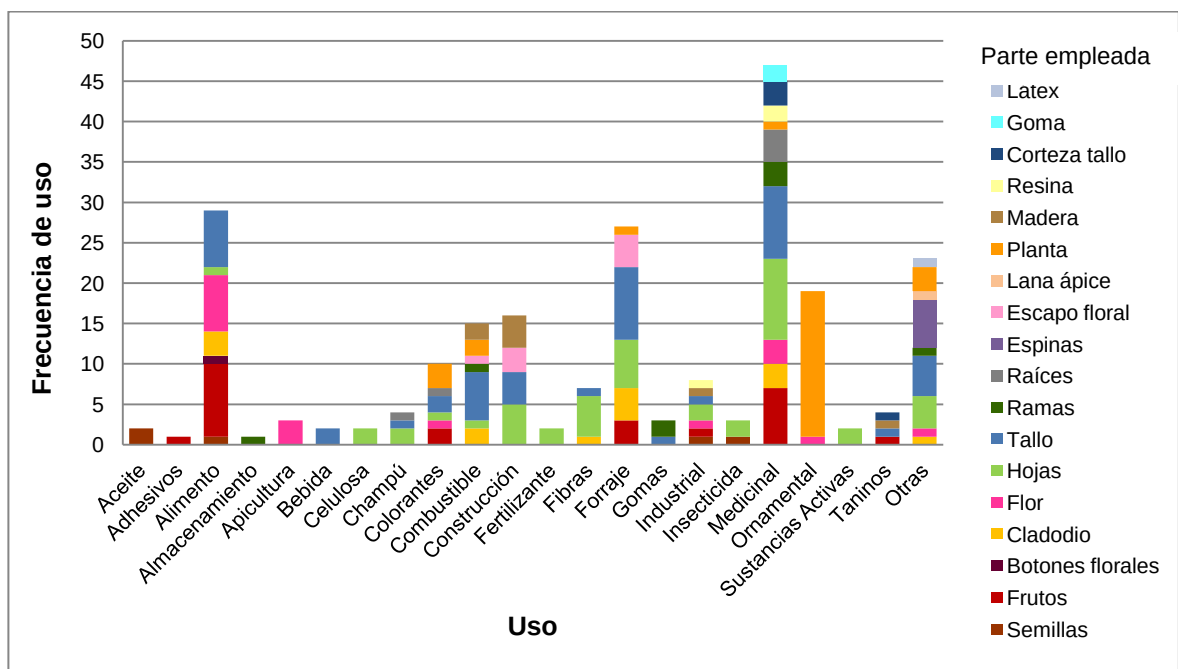


Figura 6. Partes de las especies perennes de uso múltiple empleadas en cada categoría de uso, en Ixmiquilpan, Hidalgo. Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.8. Beneficios ambientales.

El control de la erosión es el beneficio ambiental que brinda un mayor número de especies. Las especies fijadoras de nitrógeno son dos; *A. farnesiana* y *P. laevigata*. Fotosintetizan durante la noche tres especies de cactáceas; *O. robusta*, *M. geometrizzans* y *M. compressa*. Mejoran el suelo *A. lechuguilla*, *A. salmiana*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata*, *C. xpallida*, *E. cinerascens*, *J. dioica*, *M. parviflora*, *M. geometrizzans*, *P. australis*, *S. molle*, *S. marginatus* y *Y. filifera*. Para la restauración son útiles *A. farnesiana*, *A. salmiana*, *C. tunicata*, *J. dioica*, *O. robusta*, *S. molle* y *Y. filifera*. Sólo *P. australis* se reporta útil para el tratamiento de aguas residuales (Cuadro 13).

Cuadro 13. Beneficios ambientales de las especies perennes de uso múltiple de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie	Control de la erosión	Fijadora de nitrógeno	Fotosintetiza durante la noche	Mejoramiento del suelo	Tratamiento de aguas residuales	Uso en restauración
<i>Acacia farnesiana</i>		X		X		X
<i>Agave lechuguilla</i>	X					
<i>Agave salmiana</i>	X			X		X
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	X					
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	X					X
<i>Cylindropuntia xpallida</i>	X					
<i>Echinocereus cinerascens</i>	X					
<i>Jatropha dioica</i>	X			X		X
<i>Malva parviflora</i>	X					
<i>Mammillaria compressa</i>			X			
<i>Myrtillocactus geometrizzans</i>	X		X	X		
<i>Opuntia robusta</i>			X	X		X
<i>Phragmites australis</i>	X				X	
<i>Prosopis laevigata</i>		X		X		
<i>Schinus molle</i>	X			X		X
<i>Stenocereus marginatus</i>	X			X		
<i>Yucca filifera</i>	X					X

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Usos en la agroforestería

La mayoría de especies pueden ser integradas como una cerca viva, barrera rompevientos, vegetación en contorno, cultivos en fajas y lotes multipropósito. Mientras que para establecer un banco forrajero solamente son tres (*A. farnesiana*, *P. australis* y *Y. filifera*) y para la entomoforestería cuatro (*A. americana*, *A. salmiana*, *N. cochenillifera*, *O. streptacantha*, *P. laevigata*). En cuanto a las especies se refiere *A. farnesiana* es la que puede ser integrada en un mayor número de tecnologías agroforestales, seguida por *P. laevigata* y *Y. filifera*, a diferencia de *C. imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata* y *C. xpallida* que solamente tienen potencial para ser integradas como cercos vivos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Tecnologías agroforestales en las que pueden ser implementadas las especies perennes de uso múltiple de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Especie	Cerca viva	Barrera rompevientos	Vegetación en contorno	Árboles en cultivos	Banco forrajero	Cultivos en fajas	Lote multipropósito	Entomoforestería	Huerto familiar
<i>Acacia farnesiana</i>	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Agave americana</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Agave lechuguilla</i>	X					X	X		
<i>Agave salmiana</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Agave striata</i>		X	X			X			
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	X								
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	X								
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	X								
<i>Cylindropuntia xpallida</i>	X								
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	X	X	X			X	X		
<i>Dasyllirion longissimum</i>	X	X	X			X	X		
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	X		X			X	X		X
<i>Echinocereus cinerascens</i>			X			X	X		X
<i>Ferocactus histrix</i>	X		X			X	X		X
<i>Fouquieria splendens</i>	X	X							
<i>Jatropha dioica</i>	X		X			X	X		X
<i>Malva parviflora</i>			X						X
<i>Mammillaria compressa</i>							X		X
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	X	X				X	X		X
<i>Nopalea cochenillifera</i>	X	X	X			X	X	X	X
<i>Opuntia robusta</i>	X	X	X			X	X		X
<i>Opuntia stenopetala</i>	X	X	X						
<i>Opuntia streptacantha</i>	X	X	X			X		X	X
<i>Phragmites australis</i>	X	X	X			X			
<i>Prosopis laevigata</i>	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Schinus molle</i>	X	X							
<i>Stenocereus marginatus</i>	X	X					X		
<i>Yucca filifera</i>	X	X	X	X	X		X		X

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. Construcción del sistema de cómputo

El Diagrama entidad-relación generado se muestra en el Anexo 2.

Se generó un sistema de cómputo con 28 especies y sus respectivos datos generales, datos geográficos, descripción fenotípica, interacciones, requerimientos, cultivo, usos, imagen. Este sistema ocupa un espacio de 30.6 MB.

Se cuenta con un manual que describe los conceptos manejados en el sistema y explica en qué forma debe usarse (Anexo 3).

5.3.5 Conservación de las especies perennes en Ixmiquilpan, Hidalgo

Para lograr la conservación de las especies perennes nativas de Ixmiquilpan, Hgo. es necesario:

- Revalorizar las especies, para lo cual primero se debe de conocer la riqueza biológica con la que se cuenta; destacando la importancia cultural, económica y ambiental que cada especie tiene y difundir tal información en los integrantes de la localidad para crear conciencia sobre la importancia que tiene el conservarlas.
- Es elemental la creación de políticas municipales que protejan y promuevan la restauración y conservación de la vegetación natural. Estas políticas deben de respaldarse en las existentes a nivel nacional y en los programas de apoyo al sector ambiental, como ProÁrbol. Además deben de fundamentarse en el ordenamiento territorial tomando en cuenta a la cuenca hidrúca como la unidad básica para la planeación.
- Se requiere explorar proyectos productivos alternativos a la agricultura, como el turismo ecológico y tradicional, para evitar el cambio de uso de suelo y así mismo la remoción de la cobertura vegetal.

- En lugar de la agricultura convencional es pertinente hacer una reconversión hacia la producción sostenible, para lo cual se debe de ver a los Sistemas Agroforestales como la opción más viable para conservar y producir al mismo tiempo.
- El proceso de reintegración de especies nativas a la producción debe de ser gradual, en primera instancia se pueden considerar las especies incluidas en la NOM-059-ECOL-2001, posteriormente aquellas de mayor interés comercial y finalmente las de importancia cultural y ambiental.
- Un aspecto importante para lograr conservar las especies es la propagación, para ello es recomendable establecer viveros fijos que las reproduzcan tanto para fines comerciales como productivos y de restauración. De esta forma se asegurará la disponibilidad de especies que no son producidas en viveros, los cuales generalmente cuentan sólo con especies de interés comercial.

6. CONCLUSIONES

A partir del trabajo realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- A medida que se integren más especies a la base de datos y se complete la información faltante será más útil el sistema creado.
- Se puede partir de los conocimientos tradicionales de los habitantes del municipio para identificar especies que pueden integrarse exitosamente en una tecnología agroforestal.
- La identificación de especies es un proceso difícil pero necesario para que la información obtenida en un determinado lugar pueda darse a conocer en otros sin que los nombres comunes sean un problema.
 - En Ixmiquilpan, Hidalgo se identificaron 28 especies de plantas perennes, silvestres y de uso múltiple agrupadas en 19 géneros y en nueve familias.
 - Los usos más comunes son medicinal, forraje, alimento y ornamental, mientras que los menos son adhesivos y almacenamiento.
 - Las especies más usadas resultaron ser *A. farnesiana* y *A. lechuguilla*, *A. americana*, *A. salmiana* y *P. laevigata*.
 - Las partes más utilizadas fueron el tallo y las hojas.
- Existe un gran déficit de información respecto a las especies silvestres. Otro gran problema es la heterogeneidad de los estudios ya que siempre se toman en cuenta diferentes variables y es difícil conjuntarlos. A partir de los datos recabados se encontró que:

- Existen dos especies amenazadas (*Dasyllirion acrotriche* y *Dasyllirion longissimum*) y dos sujetas a protección especial (*Ferocactus histrix* y *Echinocactus platyacanthus*).
- El porcentaje de especies nativas es de 71.4, mientras que el porcentaje para las naturalizadas y endémicas es el mismo (14.3%). *A.farnesiana*, *A. salmiana*, *M. parviflora*, *P. australis* y *S. marginatus* se presentan en la mayoría de los estados mientras que *A. lechuguilla*, *C. xpallida*, *D. acrotriche*, *N. cochenillifera* y *O. robusta* tienen una menor distribución.
- *A. farnesiana*, *A. salmiana*, *C. imbricata*, *C. leptocaulis*, *F. splendens* y *S. molle* presentan interacciones positivas y negativas. *A. lechuguilla*, *P. australis* y *Y. filifera* interacciones negativas mientras que *A. striata*, *D. acrotiche*, *E. cinerascens*, *F. histrix*, *M. geometrizzans*, *O. robusta* y *P. laevigata* positivas.
- *S. molle* es la especie que tiene un rango más amplio de distribución altitudinal pues se le puede encontrar desde los 0 hasta los 3 800 msnm. Sin embargo *C. xpallida* solamente se le encuentra entre los 1 800 y 2 000 msnm.
- La mayoría de las especies pueden desarrollarse con precipitaciones medias anuales por debajo de los 350 mm, con excepción de *N. cochellinifera* que requiere 700 mm.
- *A. lechuguilla*, *C. imbricata*, *C. xpallida*, *O. robusta*, *S. marginatus* y *Y. filifera* soportan temperaturas bajo 0°C y *A. lechuguilla*, *C. xpallida*, *P. laevigata* y *Y. filifera* superiores a los 40°C.
- Respecto al cultivo de las especies hace falta información para la mayoría puesto que no son especies de interés comercial.

- La mayoría de especies sirven para controlar la erosión. *A. farnesiana* y *P. laevigata* son fijadoras de nitrógeno. *O. robusta*, *M. geometrizzans* y *M. compressa* fotosintetizan durante la noche. *A. lechuguilla*, *A. salmiana*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata*, *C. xpallida*, *E. cinerascens*, *J. dioica*, *M. parviflora*, *M. geometrizzans*, *P. australis*, *S. molle*, *S. marginatus* y *Y. filifera* mejoran el suelo. Para la restauración son útiles *A. farnesiana*, *A. salmiana*, *C. tunicata*, *J. dioica*, *O. robusta*, *S. molle* y *Y. filifera*. *P. australis* es útil para el tratamiento de aguas residuales.
- En Ixmiquilpan, Hidalgo existen especies perennes de uso múltiple que pueden ser integradas en diferentes tecnologías agroforestales.
 - La mayoría de las especies pueden utilizadas en las siguientes tecnologías agroforestales: cerca viva, barrera rompevientos, vegetación en contorno, cultivos en fajas y lotes multipropósito. *A. farnesiana* es la especie que puede ser integrada en un mayor número de tecnologías agroforestales, seguida por *P. laevigata* y *Y. filifera*, a diferencia de *C. imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata* y *C. xpallida* que solamente tienen potencial para ser integradas como cercos vivos.

7. LITERATURA CITADA

- Alfred A., A. 2002. La agroforestería: un saber popular. Fundación ecovivero. Disponible en <http://www.ecovivero.org/Ecoarticuloabril.pdf>. Consultado el 07/04/10.
- Arriaga L. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental* 1(1):6-16.
- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- Campos P. R., Alberto C. S. L., Costal C. D., Gibert G. M., Martín E. C., Pérez M. O. 2005. Bases de datos. Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona.
- Coca L., S. 2004. Agroecosistemas tradicionales con potencial agroforestal en el municipio de San Pedro, Coxcaltepec, Oaxaca. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 154 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 85 p. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>. Consultado el [10/09/11].
- Ellis E.A., Bentrup G. y Schoeneberger, M. M. 2004. Computer-based Tools for decision support in agroforestry: Current state and future needs. *Agroforestry Systems* 61:401-421.
- Eguiluz P., T. s. f. Apuntes del curso de Plantaciones Forestales. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México.
- Figueroa S., M. E. 2000. Uso agroecológico, actual y potencial de especies arbóreas en una selva baja caducifolia perturbada del Sureste del Estado de México. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 120 pp.
- Gómez B. E., Martínez B. P., Moreda P. P., Suárez C. A., Montoyo G. A., Saquete B. E., 2007. Bases de Datos 1: Apuntes. Departamento de lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Alicante. España. Disponible en <http://www.dlsi.ua.es/asignaturas/bd>.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2005. Enciclopedia de los municipios: Estado de Hidalgo: Ixmiquilpan. Gobierno

- del Estado de Hidalgo (en línea). Consultado 03/10/11. Disponible en <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/>.
- INEGI. 2010. Censo Nacional de Vivienda. Consultado el 10/10/11 Disponible en www.inegi.org.mx
- Jiménez F., A. y Muschler, R. 2001. Introducción a la agroforestería. *En* Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. F. Jiménez, R. Muschler, E. Kopsell, editores. Modulo de enseñanza agroforestal n° 6. CATIE. Costa Rica.
- Kitalyi, A. 2007. The multi-profits of agroforestry farming. Sustainable Farmin Outreach. Agosto/Noviembre. 28-29 p.
- Llanos M. J. 2008. Pobreza y subdesarrollo en el sector rural mexicano: Análisis del Municipio de Ixmiquilpan, Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma de México. 256 pp.
- Martínez O. M. 2000. Caracterización de los recursos naturales en el Municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis Profesional. Chapingo. México. 113 pp.
- Mendelzon-Ale. 2000. Introducción a las bases de datos relacionales. Pearson Educación. Buenos Aires. 271 p.
- Musálem S., M. A. 2001. Sistemas Agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. 120 pp.
- Musálem M., A. y Fierros A., M. 1979. Viveros y plantaciones forestales. Departamento de Bosques. Chapingo, México.
- Olivera, J. 1997. Propuesta Agroforestal. Agroecología y Desarrollo. Número Especial (11/12) Noviembre. Disponible en <http://www.clades.cl/revistas/1112/rev11agro3.htm>.
- Ospina A., A. 2006. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Reimpresión. Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano. Serie Agroforestería. Colombia, Suramérica. 209 p.
- Otero Z., R. 2005. Árboles nativos de usos múltiples y sistemas agroforestales tradicionales en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 181 pp.

- Rzedowski, J. 1968. Las principales zonas áridas de México y su vegetación. Bios 1:4-24.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), México. Consultado el 17 de agosto 2011. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Salmerón G., J. 2002. Manual de repoblaciones forestales. Volumen I. 2ª Edición. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid, España.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Informe de la situación del Medio Ambiente en México: compendio de Estadísticas Ambientales. México. SEMARNAT. 359 p.

8. ANEXOS

CONTENIDO

ANEXO 1.....	Descripción de las especies
ANEXO 2.....	Diagrama Entidad Relación
ANEXO 3.....	Manual del usuario

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

ÍNDICE

<i>Acacia farnesiana</i>	75
Clasificación Taxonómica	75
Datos geográficos	75
Características fenotípicas	76
Interacciones.....	78
Requerimientos	79
Cultivo	80
Usos	82
Servicios ambientales	85
Usos en la agroforestería	85
Literatura citada	85
<i>Agave americana</i>	87
Clasificación Taxonómica	87
Datos geográficos	87
Características fenotípicas	87
Cultivo	89
Usos.....	90
Uso en agroforestería	90
Literatura citada	90
<i>Agave lechuguilla</i>	91
Clasificación Taxonómica	91
Datos geográficos	91
Características fenotípicas	92
Interacciones.....	93
Requerimientos	93
Cultivo	94
Usos	95
Servicios ambientales	98
Uso en agroforestería	99
Literatura citada	99
<i>Agave salmiana</i>	101
Clasificación Taxonómica	101
Datos geográficos	101
Características fenotípicas	102
Interacciones.....	103
Requerimientos	104
Cultivo	104
Usos	107

Servicios ambientales	117
Uso en agroforestería	117
Literatura citada	117
<i>Agave striata</i>.....	121
Clasificación Taxonómica	121
Datos geográficos	121
Interacciones ecológicas	121
Características fenotípicas	122
Requerimientos	123
Cultivo.	123
Usos	123
Uso en agroforestería	124
Literatura citada	124
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	125
Clasificación Taxonómica	125
Datos geográficos	125
Características fenotípicas	125
Interacciones.....	128
Requerimientos	128
Cultivo	128
Usos	129
Servicios ambientales	130
Uso en agroforestería	130
Literatura citada	131
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	132
Clasificación Taxonómica	132
Datos geográficos	133
Características fenotípicas	133
Interacciones.....	134
Requerimientos	135
Cultivo	135
Usos	136
Servicios ambientales	136
Uso en agroforestería	136
Literatura citada	137
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	138
Clasificación Taxonómica	138
Sinonimia	138
Datos geográficos	138
Características fenotípicas	138
Interacciones.....	139
Requerimientos	139
Cultivo	140
Usos	140

Servicios ambientales	140
Uso en agroforestería	140
Literatura citada	140
<i>Cylindropuntia xpallida</i>.....	141
Clasificación Taxonómica	141
Datos geográficos	141
Características fenotípicas	141
Interacciones.....	142
Requerimientos.....	143
Usos	143
Servicios ambientales	143
Uso en agroforestería	144
Literatura citada	144
<i>Dasyllirion acrotriche</i>	145
Clasificación Taxonómica	145
Datos geográficos	145
Características fenotípicas	145
Interacciones.....	147
Requerimientos.....	147
Usos	148
Usos en la agroforestería	148
Literatura consultada.....	149
<i>Dasyllirion longissimum</i>.....	150
Clasificación Taxonómica	150
Datos geográficos	150
Características fenotípicas	150
Requerimientos.....	151
Usos	151
Usos en la Agroforestería.....	152
Literatura citada	152
<i>Echinocactus platyacanthus</i>.....	154
Clasificación Taxonómica	154
Datos geográficos	154
Características fenotípicas	155
Interacciones.....	157
Requerimientos.....	157
Cultivo	157
Usos.....	158
Usos en la agroforestería	159
Literatura citada	159
<i>Echinocereus cinerascens</i>.....	160
Clasificación Taxonómica	160
Datos geográficos	160
Características fenotípicas	160

Interacciones.....	161
Requerimientos	161
Usos.....	162
Servicios ambientales	162
Usos en la agroforestería	162
Literatura citada	162
<i>Ferocactus histrix</i>	163
Clasificación Taxonómica	163
Datos geográficos	163
Características fenotípicas	163
Interacciones.....	165
Cultivo	165
Usos.....	165
Uso en agroforestería	166
Literatura citada	167
<i>Fouquieria splendens</i>.....	168
Clasificación Taxonómica	168
Datos geográficos	168
Características fenotípicas	168
Interacciones.....	170
Requerimientos.....	171
Cultivo	171
Usos.....	171
Uso en la agroforestería.....	172
Literatura citada	173
<i>Jatropha dioica</i>.....	174
Clasificación Taxonómica	174
Datos geográficos	174
Características fenotípicas	174
Interacciones.....	176
Requerimientos.....	176
Cultivo	177
Propagación	177
Usos.....	177
Servicios ambientales	180
Usos en la agroforestería	180
Literatura consultada.....	180
<i>Malva parviflora</i>	183
Clasificación Taxonómica	183
Datos geográficos	183
Características fenotípicas	183
Interacciones.....	184
Requerimientos.....	184
Cultivo	185

<i>Propagación</i>	185
Usos	185
Uso en agroforestería	186
Literatura citada	186
<i>Mammillaria compressa</i>	187
Clasificación Taxonómica	187
Datos geográficos	188
Características fenotípicas	188
Requerimientos	189
Usos	190
Usos en la agroforestería	190
Literatura citada	190
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	191
Clasificación Taxonómica	191
Datos geográficos	191
Características fenotípicas	191
Interacciones	193
Requerimientos	194
Cultivo	194
Usos	195
Servicios ambientales	196
Uso en agroforestería	196
Literatura citada	196
<i>Nopalea cochenillifera</i>	198
Clasificación Taxonómica	198
Datos geográficos	198
Características fenotípicas	198
Interacciones	200
Requerimientos	200
Cultivo	200
Usos	201
Uso en agroforestería	202
Literatura citada	203
<i>Opuntia robusta</i>	204
Clasificación Taxonómica	204
Datos geográficos	204
Características fenotípicas	204
Interacciones	206
Requerimientos	206
Cultivo	207
Usos	207
Servicios ambientales	209
Uso en agroforestería	209
Literatura citada	210

<i>Opuntia stenopetala</i>.....	211
Clasificación Taxonómica	211
Datos geográficos	211
Características fenotípicas	211
Interacciones.....	212
Usos	213
Uso en agroforestería	213
Literatura citada	213
<i>Opuntia streptacantha</i>	214
Clasificación Taxonómica	214
Datos geográficos	214
Características fenotípicas	214
Interacciones.....	215
Requerimientos.....	215
Cultivo	216
Usos	218
Uso en agroforestería	220
Literatura citada	220
<i>Phragmites australis</i>.....	222
Clasificación taxonómica.....	222
Datos geográficos	222
Características fenotípicas	222
Interacciones.....	223
Requerimientos.....	223
Usos	223
Servicios ambientales	225
Uso en agroforestería	225
Literatura citada	225
<i>Prosopis laevigata</i>	227
Clasificación Taxonómica	227
Datos geográficos	227
Características fenotípicas	227
Interacciones.....	228
Requerimientos.....	229
Cultivo	229
Usos	232
Servicios ambientales	237
Uso en agroforestería	237
Literatura citada	237
<i>Schinus molle</i>	240
Clasificación Taxonómica	240
Datos geográficos	240
Características fenotípicas	240
Interacciones.....	242

Requerimientos	242
Cultivo	242
Usos	244
Servicios ambientales	246
Uso en agroforestería	246
Literatura citada	246
<i>Stenocereus marginatus</i>	248
Clasificación Taxonómica	248
Datos geográficos	248
Características fenotípicas	248
Interacciones	250
Requerimientos	250
Cultivo	250
Usos	252
Servicios ambientales	252
Uso en agroforestería	253
Literatura citada	253
<i>Yucca filifera</i>	254
Clasificación Taxonómica	254
Datos geográficos	254
Características fenotípicas	254
Interacciones	256
Requerimientos	257
Cultivo	257
Usos	259
Servicios ambientales	260
Uso en agroforestería	260
Literatura citada	261

Acacia farnesiana

Es conocido como huizache o aroma.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Acacia farnesiana* (L.) y pertenece a la familia Fabaceae.

Sinonimia

Acacia acicularis Humb. et Bompl. Ex Willd.

Acacia densiflora (Alexander ex Small) Cory

Acacia pedunculata Willd.

Mimosa farnesiana L.

Poponax farnesiana (L.) Raf.

Vachelliana farnesiana (L.) Wight et Arn.

Datos geográficos

No se conoce a ciencia cierta su origen, pero se le considera una especie nativa de México. Se distribuye en los estados de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Características fenotípicas

Es un arbusto de 3 a 8 m de altura, de unos 40 cm de diámetro (Cervantes *et al.*, 2001). Su tronco puede estar bien definido o ramificado desde la base con numerosos tallos. Su corteza es lisa cuando joven y fisurada cuando vieja, de color gris plomiza a gris parda oscura, con abundantes lenticelas dispuestas en líneas transversales, de 5 a 6 mm de grosor. Las raíces crecen de manera vertical.

Posee estípulas espinosas, rectas, pareadas, de 3-30 mm de largo; hojas alternas, bipinnado compuestas, de 2 a 3 cm de largo, hasta 5 pares de pinas por hoja, de 10 a 12 mm de largo; folíolos de 11-14 pares por pinna, de 1.8 a 2.1 mm de largo y de 0.4 a 0.7 mm de ancho; de 1 a 2 glándulas, circulares o elípticas entre los pares de pinas proximal y distal, peciolo de 2.5 mm de largo; brácteas anchas color café rojizo con tonos amarillos, bractéolas de 1.2 mm (Vines, 1984) (Figura 1).



Figura 1. Ejemplar de *Acacia farnesiana* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Inflorescencias dispuestas en cabezuelas esféricas de 1 cm de diámetro, aromáticas; pedúnculos de 6 mm de largo; cáliz campanulado, papiráceo; corola actinomorfa, amarillenta, de 2.3 mm de largo y 1 mm de ancho; estambres numerosos, amarillentos (Vines, 1984). Normalmente florea entre de Julio a Febrero (Cervantes *et al.*, 2001) (Figura 2).



Figura 2. Flores de un ejemplar de *Acacia farnesiana*.

En la Figura 3. se muestra el fruto que es una vaina subcilíndrica, de 4-6 cm de largo, negra, aguda en la base y ápice, lisas, tardíamente dehiscentes. Fructifica de Febrero a Mayo (Cervantes *et al.*, 2001). Semillas de 0.4 a 0.6 cm de largo (Terrones *et al.*, 2004).



Figura 3. Frutos de un ejemplar de *Acacia farnesiana*.

Interacciones

Flora microbiana

Se asocia con especies de micorrizas arbusculares y con bacterias fijadoras de nitrógeno (Monroy *et al.*, 2007; Cervantes *et al.*, 1998).

Especies vegetales

Se encuentra presente en las asociaciones vegetales de bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Cervantes *et al.*, 2001).

Es considerada como una especie invasora pues las vainas al ser consumidas por el ganado y pasar por su tracto digestivo germinan rápidamente al caer al suelo, propagándose sin control (Cordero y Boshier, 2003).

Mimosa depauperada es una buena especie nodriza para el desarrollo de plántulas de huizache, a diferencia de *Condalia mexicana* (Monroy *et al.*, 2007).

Especies animales

Las espinas de esta planta ocasionan daños mecánicos sobre la piel y pelaje del ganado equino, vacuno, ovino y caprino.

Requerimientos

Se desarrolla desde los 0 hasta los 2 500 msnm. En suelos que pueden ser moderadamente profundos o someros, con textura franco-arcillosa y franco-arenosa, pH de neutro a ligeramente alcalinos, toleran la pedregosidad. (Cervantes *et al.*, 1998). La temperatura media anual en la que crecen es de 15 a 28°C, la temperatura mínima media anual que se registra donde esta especie se encuentra es de 2°C y la máxima media de 32°C. Requieren una precipitación de 200mm a 2000 mm anuales (Cordero y Boshier, 2003).

Cultivo

Propagación

La propagación en vivero se realiza de la siguiente forma (Cervantes *et al.*, 2001).

Los frutos se colectan directamente de los individuos, lo cual puede realizarse a partir de la segunda quincena de febrero, las semillas ya se encuentran fisiológicamente maduras.

Debido a que los frutos son tardíamente dehiscentes las semillas se pueden extraer utilizando unas pinzas o se pueden colocar las vainas en un costal y se golpean hasta romperlas y obtener la semilla. Las cuales se limpian completamente y se ponen en bolsas de papel a la sombra para que se sequen.

Se recomienda almacenarlas en frascos o tubos de vidrio con sílica gel y sellados, bajo condiciones rústicas, alrededor de los 25°C y a la sombra para mantener la viabilidad de las semillas hasta por 3 años.

Para romper su latencia se recomienda la abrasión mecánica, teniendo cuidado de no lesionar al embrión, de este modo se obtiene hasta 95% de germinación. Las semillas tardan en germinar entre 7 y 9 días.

La siembra se debe realizar en la primera semana de marzo, directamente en los envases (se recomienda de 13 cm de diámetro por 25 cm de alto), colocando una semilla por envase a una profundidad de 0.8 a 1 cm.

Después de la siembra los envases se cubren con malla de mosquitero y se va reduciendo gradualmente la protección hasta que a los 3 meses las plantas se expongan completamente al sol.

Durante los primeros 30 días el riego debe realizarse dos veces al día. A los 45 días solamente se aplicará a las plantas un riego a saturación diariamente y a partir de los

2 meses de edad los riegos se aplicarán alternando entre someros y a saturación y con uno o dos días sin aplicar agua.

Se debe realizar un deshierbe continuo de los pasillos y al interior de los envases que contienen las plantas, así como cuidar que sólo exista una planta por envase.

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento de las plantas.

El tiempo total que se requiere para producir la planta es de 3 meses en el vivero.

También se puede propagar a través de estacas y es preferido este método en cultivos y cortinas rompeviento.

Época de plantación

Se recomienda realizar el transplante a su lugar definitivo a principios de junio.

Preparación del terreno

Se recomienda el subsolado solamente cuando se presentan capas endurecidas a escasa profundidad siempre y cuando los terrenos presenten pendientes mayores al 10%.

Control de malezas

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes. Si éste presenta pendientes mayores a 12%, para evitar la erosión del suelo se recomienda remover la vegetación solamente en los sitios donde se plantará. Durante los primeros 2 años de haber establecido la plantación se recomienda realizar deshierbes en un radio de 20 cm alrededor de la cepa, por lo menos después de la temporada de lluvias (Arriaga *et al.*, 1994).

Otras actividades

Arriaga *et al.* (1994) propone realizar las siguientes actividades:

Cercado del terreno.

Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado.

Usos

Construcción

Su madera se emplea en la elaboración de artesanías, postes y herramientas agrícolas.

Combustible

La madera también es utilizada como leña y para la elaboración de carbón, siendo de la mejor calidad (Cordero y Boshier, 2003).

Forraje

Tanto el follaje como frutos de esta especie son consumidos por el ganado vacuno y caprino. El follaje y la corteza tienen un olor desagradable y se dice que pasa un mal sabor tanto a la carne como a la leche. El follaje se corta para ofrecer a los animales y así evitarles el daño que pueden hacerse con las espinas al ramonear.

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio realizado por Carranza *et al.* (2003) el follaje del Huizache tiene un mayor contenido tanto de proteína como grasa y fibra cruda que el fruto (Cuadro 1.)

Cuadro 1. Análisis bromatológico (%) en hojas y fruto de *Acacia farnesiana*.

Parte de la planta	Materia seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Grasa Cruda	Cenizas	Extracto libre de Nitrógeno
				(%)		
Hojas	6.49	21.12	34.07	2.52	2.36	39.93
Fruto	6.49	17.21	16.79	1.14	2.72	62.14

Fuente: Carranza *et al.* (2003)

De acuerdo a Pérez (1997) el follaje de *A. farnesiana* contiene solamente 1.26% de taninos lo que se refleja en su alta digestibilidad; en 48 horas, alcanza una digestibilidad *in situ* de proteína cruda arriba del 80% en el verano.

Así mismo, en Tamaulipas se ha reportado la muerte de ganado vacuno por ingestión abundante de frutos maduros. Antes de morir los animales presentaron dolor abdominal, depresión y convulsiones (Benavides, 2010).

Medicinal

Tiene diversos usos en la medicina tradicional (Standley, 1992; BDMTM, 2009).

A partir del fruto verde se prepara una infusión para las inflamaciones de la piel y de las membranas mucosas, para calmar trastornos del sistema nervioso, contra fuegos en la boca, para afianzar la dentadura, la disentería y como antiespasmódico, antituberculoso y astringente.

La corteza se prepara en cocimiento para abrir el apetito, curtir el estómago, aliviar dolores de estómago constantes. También se prepara una tintura que se prepara con la corteza o la raíz puesta para los piquetes de insectos. Se amarra sobre la frente cuando hay hemorragia nasal.

El cocimiento de las flores se usa como remedio en casos de disentería, inflamaciones de la piel y de las mucosas y en casos de dispepsia. Las flores frescas, se restriegan sobre las aftas bucales, también se hace un ungüento que es usado para remediar el dolor de cabeza.

La raíz preparada en cocimiento se usa contra la disentería, tuberculosis y dolor de abdomen y como antídoto de venenos.

El tallo contra el estado bilioso, evacuaciones amarillas, ictericia, dolor de muelas.

Las hojas secas y pulverizadas, se aplican como vendaje en las heridas.

Las ramas se ponen debajo de la cabeza para dormir.

La resina se usa como antitusígeno.

Otros

Industrial

Su uso más importante a nivel mundial es en la industria del perfume; sus flores se cultivan comercialmente en diversos países para extraer sus aceites esenciales en las flores. También se usan para perfumar el lugar donde se colocan (Cordero y Boshier, 2003). Son cotizadas en la industria de los cosméticos.

Al macerar su semilla se puede extraer aceite, para lo cual se macera con manteca de cacao o aceite de coco (Benavides, 2010).

Taninos

Su corteza y vainas contienen taninos, por lo que pueden ser empleadas para curtir y teñir cueros y redes (Cordero y Boshier, 2003).

Colorantes

Las flores y frutos contienen pigmentos que se usan para teñir telas de seda y papel tapiz. La vaina se pulveriza y se hierva produce un líquido negro que puede ser utilizado como tinta.

Gomas

La goma que se puede extraer al ocasionar daño mecánico al tronco y ramas, se usa como sustituto de la goma arábica (Sibaja *et al.*, 2010).

Adhesivo

El jugo de las vainas inmaduras se utiliza como pegamento (Cordero y Boshier, 2003).

Insecticida

El polvo de las semillas se unta en los cascos de los caballos para liberarlos de parásitos. Las aplicaciones del extracto acuoso al 2% de las hojas en combinación con otras especies, se usa para protección contra la roya del frijol (Montes, 1990).

Apicultura

Las flores proporcionan a las abejas el néctar para elaborar la miel, por lo que este arbusto puede ser utilizado en la apicultura.

Servicios ambientales

Debido a su asociación con bacterias fijadoras de Nitrógeno es idóneo para el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Su gran adaptabilidad a suelos pobres hacen que sea una especie sumamente útil para la estabilización de suelos degradados (Arriaga, 1991).

Usos en la agroforestería

Tiene potencial para ser usado en barreras rompeviento, como cerco vivo, así como un árbol disperso en potrero (árboles en cultivos), como banco forrajero o como barrera viva (vegetación en contorno) (Cordero y Boshier, 2003). También se puede implementar en cultivos en fajas, en lotes multipropósito y en huertos familiares.

Literatura citada

- Arriaga M., V. 1991. Fenología de 12 Especies de "La Montaña" de Guerrero, México: Elementos para su Manejo en una Comunidad Campesina. Tesis Profesional. UNAM. México, D.F. 95 p.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL, INE, UNAM. México, D.F. 181 p.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe> Consultado el [03/10/11].
- Benavides M., A., R. E. M. Hernández V., H. Ramírez R. y A. Sandoval R. 2010. Tratado de Botánica Económica Moderna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.

- Carranza M., M. A., L.R. Sánchez-Velásquez, M. R. Pineda-López y R. Cuevas-Guzmán. 2003. Calidad y Potencial Forrajero de especies del Bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. *Agrociencia*. 37(2):203-210.
- Cervantes-Gutiérrez, V., M. López-González, N. Salas-Nava y G. Hernández-Cárdenas. 2001. Técnicas para Propagar Especies Nativas de Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Cervantes, V., V. Arriaga, J. Meave y J. Carabias. 1998. Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 110:329-341.
- Cordero, J. y D. Boshier. (eds.) 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, CR, OFI/CATIE. 1079 p.
- Monroy A., A., J. Estevez T., R. García S., R. Ríos G. 2007. Establecimiento de plantas mediante el uso de micorrizas y de Islas de recursos en un matorral xerófilo deteriorado. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. México, D. F. No. 80:49-57
- Montes, B. R., V. Cruz, C. y D. Peralta. 1990. Extractos vegetales para el control de la roya del frijol *Uromyces appendiculatus*. *Agrociencia (Serie Protección Vegetal)* 1:99-106.
- Pérez R., M. A. 1997. Valor nutricional foliar de tres especies de *Acacia*. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. 96 p.
- Sibaja H. R., M. Rodríguez M. y G. Sepúlveda J. 2010 Caracterización parcial de gomas de plantas del género *Acacia*. 7º. Encuentro Nacional de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional. 11-13 de Octubre. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Standley, P.C. 1922. Contributions from the National Herbarium. Trees and shrubs of Mexico. Washington, DC: Smithsonian Institution. 1721 p. Vol. 23.
- Terrones R., T. del R. L., C. González S. y S. A. Ríos R. 2004. Arbustivas nativas de uso múltiple en Guanajuato. Libro Técnico No. 2 INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto. México.
- Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario, Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Vines, R. A. 1984. Trees, shrubs and woody vines of the shouthwest of Texas, Austin. University of Texas Press. 1104 p.

Agave americana

Comúnmente se le conoce como Maguey.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Agave americana* (L.) y pertenece a la familia Agavaceae.

Sinonimia

Agave altissima Zumag.

Agave complicata Trel. ex Ochot.

Agave felina Trel.

Agave gracilispina Engelm.

Agave melliflua Trel.

Agave ramosa Moench.

Agave rasconensis Trel.

Agave subzonata Trel.

Agave zonata Trel.

Datos geográficos

Planta nativa de México.

Características fenotípicas

Roseta suculenta, acaule, que alcanza hasta 3 m de altura y 1.80 de diámetro (Mountain States Wholesale Nursery, 2002) (Figura 4).



Figura 4. Ejemplar de *Agave americana* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Alvarado (1969), citado por Bautista (2006) proporciona la siguiente descripción: hojas de color verde grisáceo azulado, de 1.20 a 2.00 m y 30 cm de ancho, lanceoladas, cóncavas en la parte superior de la hoja y convexas de la base; bordes firmes espinas, espina terminal en el vértice de 3 cm de largo.

El tallo floral llega a medir hasta 8 m de altura, el cual se ramifica como un candelabro que tiene panículas con numerosas flores. Flores de color amarillo verdoso, de 5 cm de longitud (Figura 5)



Figura 5. Tallo floral de *A. americana* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Fruto una cápsula triangular, prismática oblonga, de 4 cm de largo. Las semillas son planas, de color negro, de 6 a 8 mm de longitud.

Raíz robusta y amplia.

Cultivo

Ver *Agave salmiana*.

Usos

En general tiene los mismos usos que *A. Salmiana*.

Medicinal

De acuerdo a la BDMTM (2009) la savia que se obtiene de la hoja de esta especie es empleada contra trastornos digestivos en general, úlceras estomacales e intestinales y disentería. El jugo de la raíz se usa para tratar la ictericia, inflamaciones de los ojos y sífilis.

Uso en agroforestería

Se puede utilizar como cerca viva, en barreras rompevientos, en tiras de vegetación en contorno, la entomoforestería, árboles en cultivos, en lotes multipropósito, cultivos en fajas y en huertos familiares.

Literatura citada

Mountain States Wholesale Nursery, 2002. *Agave americana*: century plant. Disponible en <http://www.mswm.com/index2.htm> Consultado el [12/09/11].

BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?_mo=moe Consultado el [12/09/11].

Bautista C., N. 2006. Estudio químico – bromatológico y elaboración de néctar de aguamiel de *Agave americana* L. (manguely) procedente de Ayacucho. Tesis Profesional. Facultad Farmacia y Bioquímica y E.A.P de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Disponible en http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2006/bautista_cn/html/index-frames.html. Consultado el [12/09/11].

Agave lechuguilla

Los diferentes nombres con que se le conoce son: maguey del cerro, pita o lechuguilla.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Agave lechuguilla* (Torr.) Pertenece a la familia Agavaceae.

Sinonimia

Agave poselgeri Salm-Dyck

Agave lophantha Schiede var. *poselgeri* Salm- Dyck

Agave lophantha Schiede var. *tamaulipasana* A. Berger

Agave multilineata Baker

Datos geográficos

Es una planta nativa de México de amplia distribución geográfica, se le ha registrado en los siguientes estados, Querétaro, Hidalgo, Guanajuato San Luis Potosí, Zacatecas y Coahuila (Nobel, 1998).

Características fenotípicas

A. lechuguilla es una planta rosetófila acaule, perennifolia, tiene la forma de un pequeño maguey, alcanza hasta 50 cm de altura y 60 cm de diámetro (Figura 6).



Figura 6. Ejemplar de *Agave lechuguilla* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Posee raíces delgadas y fibrosas que se distribuyen a una profundidad de 8 a 12 cm del suelo (Nobel y Quero, 1986). Está conformado por aproximadamente 30 hojas de 30 y 50 cm de longitud, son de color verde claro o amarillo verdoso, el margen cuando es dentado presenta de 8 a 20 dientes y una espina terminal cónica. Las hojas pueden ser erectas, difusas y raramente falcadas. Son cóncavas en el haz y convexas en el envés, surgen a partir de una yema apical y conforme van desarrollándose forman el cogollo. (Gentry, 1982; Rzedowski, 1964; Velasco *et al.*, 2009).

Inflorescencia en panícula espiciforme de 2 a 3 m de largo, pedúnculo de color verde glauco, pedicelos cortos, flores germinadas o en ocasiones dispuestas en grupos de 3; flores de 3 a 3.5 cm de largo, de color verde pálido o verde amarillento. El fruto es una cápsula oblonga, oblongo elipsoide o piriforme, de 13 a 25 mm de longitud y de 11 a 15 mm de diámetro, trilobada, aguda; semillas semilunares, de 4 a 5.3 mm de largo por 2.5 a 3.5 mm de ancho, finamente punticuladas y márgenes agudos (Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de Recursos Forestales no Maderables de clima árido y semiárido).

La madurez fisiológica de *A. lechuguilla* ocurre en promedio a los 5 años de edad posteriormente emerge su escapo floral “quiotte”. Presenta la condición semelpárica (Sheldon, 1980).

Interacciones

Especies vegetales

A. lechuguilla es una de plantas que más abunda en el matorral desértico rosetófilo, también se ha registrado en el matorral desértico micrófilo (Rzedowski, 1965).

Especies animales

Aguilar y Zolla (1982) documentaron que la lechuguilla es tóxica para el ganado por la presencia de la saponina hepatonefrotoxina. Los síntomas después de su consumo son similares a los de la hepatitis y nefritis; inapetencia, indiferencia, debilidad progresiva, secreción amarillenta en ojos y pezuñas, edema en la cabeza y las orejas. Estas alteraciones conducen al animal al estado de coma y luego la muerte (Aguilar y Zolla, 1982).

Requerimientos

A. lechuguilla crece óptimamente en suelos sedimentarios entre los 200 y 2700 m de altitud (Rzedowski, 1965; Gentry, 1982; Berlanga *et al.*, 1992). El matorral desértico

de la lechuguilla se localiza en temperaturas extremas de -8 a 44 °C y precipitación entre 150 y 500 mm anuales (Berlanga *et al.*, 1992; Gentry, 1982).

Cultivo

Berlanga *et al.* (1992) desarrollaron un método para la repoblación:

Propagación

La reproducción de la lechuguilla puede ser tanto sexual como asexual. Aunque generalmente es de forma asexual; se recolectan renuevos rizomáticos (vástagos), retoños, hijatos o hijuelos de tamaños de 30 cm de altura, sanos, libres de plagas, bien conformados, y con cogollo recto. Se dejan secar por 24-48 hrs para promover su cicatrización.

Densidad de plantación

La densidad recomendada es de 20 000 plantas/ha.

Época de plantación

Se debe realizar 20 días antes del inicio de lluvias, en cepas de 10-15 cm de profundidad, en la parte superior de bordos de 30 cm de altura, y se cubren con suelo arriba de la parte basal de las plantas.

Control de malezas

Eliminación de herbáceas anuales y perennes.

Plagas y enfermedades

Se remueven tanto las plantas enfermas o con plagas como los hijuelos y se reemplazan las plantas muertas.

Se encontraron dos especies de insectos dañinos para *A. lechuguilla* en localidades ixtleras del sur de Coahuila, siendo una de las perjudiciales los picudos (*Peltophorus polymitus* y *Scyphophorus interstitialis*) y el gusano barrenador (*Megathymus sp.*). Las hembras de *P. Polymitus*, perforan la superficie de escapo para ovipositar, las

larvas perforan el escapo hasta llegar a su parte central donde preparan cámaras pupales, el adulto al emerger de la pupa se alimenta del escapo y hojas maduras e inmaduras. Las hembras de *S. Interstitialis* ovipositan entre marzo y mayo en los tejidos en descomposición o en los tejidos suaves de la hojas maduras. Las larvas al emerger habitan la raíz hasta llegar a adultos posteriormente se alimentan de las hojas y de la raíz (Flores y Perales, 1989).

Usos

Alimento

León (1649) citado por Sheldon (1980) comentó que los chichimecas, cocían los cogollos de la lechuguilla para su consumo. Las flores de lechuguilla se consumen como verdura (Montúfar, 1987). También se utiliza para elaborar una bebida alcohólica.

Construcción

Las fibras, reforzadas con resinas termoplásticas o termofijas son consideradas como material de construcción: se usan para fabricar láminas semejantes a las de fibra de vidrio, que a su vez, se utilizan en la manufactura de tinacos, muebles, accesorios para el hogar y lanchas deportivas (Belmares *et al.*, 1985).

Los escapos florales se usan en la construcción de paredes o techos de las chozas (Juárez *et al.*, 1996; Sheldon, 1980).

Combustible

Suelen usarse los escapos florales como leña una vez que están secos (Sheldon, 1980).

Fibras

Se recolecta el cogollo cuando la planta tiene alrededor de 6 años de edad, aunque también pueden usarse las hojas. La lechuguilla se extrae del campo con la ayuda de una cogollera (instrumento compuesto por un palo de madera, y una argolla de hierro

en el extremo), ésta se introduce en el cogollo para desprenderlo; entonces se eliminan las hojas más jóvenes, pues poseen muy poca fibra, a las hojas elegidas se le remueven las espinas marginales (Benavides *et al.*, 2010). Posteriormente se obtiene la fibra mediante el tallado que puede ser mecánico o manual (Belmares *et al.*, 1985). En el proceso manual se tallan las hojas tiernas del cogollo; este proceso es lento y sus rendimientos menores pero la calidad de la fibra es mayor. En la extracción mecánica las hojas del cogollo y del resto de la roseta se tallan con maquinas.

A partir de la fibra se elaboran diversos productos: cuerdas, sandalias, cestos, redes de pesca y cobertores mortuorios, cepillos, brochas, bolsas, sacos, tapetes, estropajos (Figura 7).



Figura 7. Escobetillas elaboradas a partir de fibra de *A. lechuguilla*.

Forraje

Puede ser utilizado como forraje en época de sequía, aunque sólo el quiote ya que se ha documentado que las hojas de lechuguilla tienen efectos tóxicos sobre los animales (Gómez, 1965).

Medicinal

La penca asada y pelada se usa en casos de golpes internos y dolor de riñones (BDMTM, 2009).

Las hojas maceradas en agua son tomadas como tratamiento contra la diabetes. En cocimiento junto con otras especies se emplean contra hemorragias, tiña e infecciones (BDMTM, 2009).

Se extrae una sustancia activa contra el agente causal de la tuberculosis, el bacilo *Mycobacterium tuberculosis*. Dicha sustancia se inyecta al ganado ovino y vacuno para su protección (Flores y Perales, 1989).

Ornamental

Puede ser utilizado en jardines temáticos de cactáceas.

Otros

Sustancias activas

Los tarahumaras maceraban las hojas y la vertían en los ríos, para propiciar la muerte de los peces, así también empleaban esa maceración para envenenar las flechas y cazar animales (Penington, 1957).

De la lechuguilla se obtiene la esmilagenina, así como la materia prima para la elaboración de cortisona, estrógeno y progesterona (Nobel, 1998).

Champú

Del tallo y el guishe se obtienen saponinas para la elaboración de jabones y champús, utilizados para evitar la caída del cabello, el tratamiento de la caspa, tiña y orzuela (Flores y Perales, 1989). En las comunidades rurales es común que sus habitantes lo utilicen como sustituto de estos productos comerciales para lo cual simplemente se maceran las pencas, las cuales al entrar en contacto con el agua generan espumas. En la actualidad aún se puede conseguir en mercados locales con el nombre de xité (Figura 8).



Figura 8. “Xité” de *A. lechuguilla* en venta en el mercado de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Celulosa

Se extrae de la fibra que aunque no sirve para hacer papel, puede tener otros usos, pues se obtienen rendimientos de 40 a 70% de celulosa y 18% de lignina y hemicelulosa (Belmares *et al.*, 1979; Márquez *et al.*, 1996).

Industrial

El guishe (desperdicio del tallado) podría utilizarse para elaborar láminas, maderas aglomeradas, cartón, papel filtro y esteroides (Berlanga *et al.*, 1992).

Insecticida

Se ha registrado que sus extractos tienen actividad insecticida (Castro-Franco *et al.*, 1998).

Servicios ambientales

Para la conservación de suelo y para evitar la invasión de malezas, es recomendable plantar en parcelas inutilizadas, en sitios de ladera o nivelados, con condiciones similares al hábitat de las poblaciones espontáneas.

Uso en agroforestería

En agroforestería puede ser utilizada para la implementación de cercos vivos, cultivos en fajas o lotes multipropósitos.

Literatura citada

- Aguilar C., A. y C. Zolla. 1982. *Plantas tóxicas de México*. Instituto Mexicano del Seguro Social. México, D.F. 271 p.
- Berlanga R., C.A., L. A. González L. y H. Franco L. 1992. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH. Saltillo, Coah. 21 p.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe> Consultado el [20/10/11].
- Belmares, H., A. Barrera, E. Castillo, M. Monjarás, M. E. Tristán. 1979. Industrialización de los recursos vegetales de las zonas áridas y semiáridas de América del Norte: fibras vegetales duras. *Interciencia* 4 (6): 320-325.
- Belmares, H., A. Barrera, E. Castillo, M. Monjarás, G. A. Patfoort, E. Vergheugen y M. E. N. Bucquoye. 1985. El uso de fibras naturales duras como material de construcción. Estado de avance. *In*: Cruz, C., L. del Castillo, M. Robert y R. N. Ondarza (eds.). *Biología y aprovechamiento integral del henequén y otros agaves*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yuc., Méx. pp 231-242.
- Benavides M., A., R. E. M. Hernández V., H. Ramírez R. y A. Sandoval R. 2010. *Tratado de Botánica Económica Moderna*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- Castro-Franco J., S. García-Alvarado y L. J. Galán-Wong. 1998. An alternative bioinsecticide formulation to encapsulate *Bacillus thuringiensis* delta toxin and extracts of *Agave lechuguilla* Torr. for the control of *Spodoptera frugiperda* Smith. *Phyton* 62: (1-2): 71-77.
- Flores F., J.D. y J. M. Perales G. 1989. Primer reporte nacional de las plagas asociadas a la lechuguilla *Agave lechuguilla* Torrey. *Agraria* 5: 57-73.
- Freeman C.E. y W. H. Reid. 1985. Aspects of the reproductive of *Agave lechuguilla* Torr. *Desert Plants* 7.75-80

- Gentry, H.S. 1982. *Agaves of continental North America*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. USA. 670 p.
- Gómez G., A. 1965. Distribución geográfica y ecología de las plantas tóxicas que afectan al ganado en la zona árida del estado de San Luis Potosí, México. Proceedings of the IX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brazil. Pp 1267-1270.
- Juárez P, M.A., J. A. Reyes A. y J. A. Andrade A. 1996. Flora útil de tres tipos de matorral en el altiplano potosino-zacatecano. *Geografía Agrícola* 22-23:23-37.
- Márquez, A., N. Cazaurang, L. Gozález, M. P. Colunga G. 1996. Celulose extraction from *Agave lechuguilla* fibers. *Economic Botany* 50:465-468.
- Montúfar L., A. 1987. Estudio polínico y etnobotánico del Bolsón de Mapimí. INAH. SEP. México, D.F. 53 p.
- Nobel, P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Trillas. México, D.F. 211p.
- Nobel, P.S. y E. Quero. 1986. Environmental productivity indices for a Chihuahuan Desert CAM plant, *Agave lechuguilla*. *Ecology* 67:1-11
- Pennington, C.W. 1957. Tarahumar fish stupefaction plants. *Economic Botany*. 12: 95-102.
- Rzedowski, J. 1965. Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 5:3-291
- Rzedowski, J. 1964. Botánica económica. En: Beltrán E. (Ed.) *Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. pp. 135-152.
- Sheldon, S. 1980. Etnobotany of *Agave lechuguilla* of *Yucca carnerosana*. In: Mexico's Zona Ixtlera. *Economic Botany*. 34 (4). pp. 376-390.
- Velasco B., E., A. Arredondo G., M. C. Zamora-Martínez, F. Moreno S. 2009. Modelos Predictivos para la Producción de Productos Forestales No Maderables: Lechuguilla. Manual Técnico Núm. 2. CENID-COMEF. INIFAP, México, D.F. México, 56 p.

Agave salmiana

Se le conoce comúnmente como maguey, maguey pinto o maguey manso.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Agavaceae, su nombre científico es *Agave salmiana* Otto.

Sinonimia

Agave quiotifera Trel. ex Ochot.

Agave cochlearis Jacobi

Agave coarctata Jacobi

Agave lehmannii Jacobi

Agave tehuacanensis Karw. ex Salm-Dyck

Agave compluviata Trel.

Agave jacobiana Salm-Dyck

Agave mitraeformis Jacobi

Agave atrovirens var. *Sigmatophylla* A.Berger

Agave atrovirens var. *salmiana* (Otto ex Salm-Dyck) Maire & Weiller

Datos geográficos

Esta especie es nativa de México. Es una planta típica de los matorrales xerófilos de las zonas áridas y semiáridas, aunque se distribuye desde dunas costeras a nivel del mar hasta bosques a más de 2, 900 msnm por lo que prácticamente se encuentra en todo el país; principalmente en los estados de San Luis Potosí, Morelos, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala (Rzedowsky, 1978; García-Mendoza, 1995).

Características fenotípicas

Roseta succulenta perenne, de 1.5 a 2 m de alto y con el doble de diámetro.

Hojas relativamente escasas (10-20), de color verde grisáceo o blancuzco, de superficie lisa, forma lanceolada, largas (60-90 cm), se engruesan en la base (16-25 cm) y están arregladas en rosetas basales, a partir de la mitad tienen forma cóncava pero su base es convexa, con espinas laterales y en la punta; es acanalada, simple, entera, con una longitud de 5 a 8.5 cm, más o menos lanceolada. Prefoliación central, la yema central casi de la misma longitud que la planta, las yemas laterales crecen cerca del suelo (Rzedowski, 1978; Granados, 1993) (Figura 9).



Figura 9. Ejemplares de *Agave salmiana* plantados alrededor de cultivos en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Es una planta monocotiledónea, inflorescencia paniculada, robusta, en un tallo que se origina de un rápido crecimiento apical (escapo, conocida como quiote), después de años de crecimiento de la planta, se eleva de 6 a 8 m de altura con 15 a 24 pedúnculos laterales. Flores generalmente amarillas, de 7 a 9 cm de largo, hermafroditas, perianto de seis piezas; androceo con 6 estambres largos ovario

ífero; gineceo con ovario ínfero, oblongo, cilíndrico, trilocular, multilobulado, estilo central y frutos superpuestos (Granados, 1993; Rangel y Galván, 1992; Martínez y Eguiarte, 1987).

El fruto es una cápsula oblonga, leñosa, con 6 casillas longitudinales y tres lóbulos, semillas negras, aplanadas, triangulares, con el embrión recto y endospermo carnoso (Granados, 1993).

El período de floración ocurre desde el mes de mayo hasta julio que representan el final de la época seca y el inicio de la temporada de lluvias respectivamente (Martínez del Río y Eguiarte, 1987).

Rodríguez (2002) describe al tallo como; fibroso, succulento cuando está vivo y leñoso una vez seco, grueso y muy corto (piña).

Raíces abundantes, fibrosas, revestidas de escamas, radiadas y extendidas superficialmente (Rodríguez, 2002).

Alcanza su edad reproductiva alrededor de los 8 años (Eguiarte *et al.*, 2000). Se puede propagar sexualmente a través de la producción de semillas de las rosetas semélpas y también asexualmente mediante hijuelos (Arizaga y Ezcurra, 1995).

Interacciones

Flora microbiana

Se reporta que *A. Salmiana* forma micorrizas arbusculares (Wang y Qiu, 2006), con una colonización del 11 al 20%, sin embargo se requiere realizar otros estudios pues el porcentaje de colonización cambia dependiendo de la época del año (Camargo-Ricalde *et al.*, 2003). García-Sánchez *et al.* (2001) reporta que el género más dominante es el *Glomus*.

Especies vegetales

Conviven también con vegetación xerófita, pastizales, nopaleras, matorrales, bosques, etc. Generalmente forma grupos o conglomerados dispersos dentro de la vegetación (Gentry, 1982).

Se asocia con ejemplares de los géneros *Prosopis*, *Larrea*, *Opuntia* y *Mimosa* (González, 2005).

Monroy (2007) indica que no es una buena nodriza del huizache y del mezquite ya que las plántulas presentan una alta mortalidad, sin embargo es común encontrarlos juntos en edades ya adultas.

Especies animales

Es alimento y refugio específico para cierto tipo de fauna como murciélagos polinizadores (Granados, 1993).

Requerimientos

Puede encontrarse desde los 300 msnm hasta los 3000 msnm. Se desarrollan principalmente en sitios con precipitación de 325 a 502 mm, una temperatura media anual de 16 a 18.7 °C. Predominan en suelo litosol eútrico de textura media con pH de neutro a alcalino, de profundidad media o somera. Se adapta a suelos y laderas pedregosas (García, 1973; Gentry 1982).

Cultivo

Medina *et al.* (2003) describe el proceso de cultivo del maguey de la siguiente manera:

Propagación

Se deben coleccionar las semillas cuando las cápsulas están aún cerradas. Se abren secándolas al sol y entonces se recogen las semillas, las cuales se pueden almacenar en bolsas de papel o frascos con poca humedad y bajo refrigeración.

Las semillas pueden permanecer viables así por varios años. Aunque la germinación es muy baja (alrededor de un 33%).

Antes de trasplantarse las plántulas deben desarrollarse en las camas de siembra de 3 a 4 meses. Para el sustrato se recomienda utilizar materiales que le proporcionen buen drenaje.

Por tanto el método más recomendado es la reproducción vegetativa, aunque ésta representa menor diversidad genética. Los hijuelos que presentan las plantas adultas pueden ser sembrados individualmente para reproducirlos asexualmente. También se pueden utilizar segmentos del rizoma subterráneo (porciones de 8 a 12 cm) como esquejes.

Densidad de plantación

Se recomienda plantarlos a una distancia de 3m entre hileras y 1.5m entre plantas si es en terrenos agrícolas. En agostadero se puede mantener las poblaciones naturales o bien plantarlos siguiendo la curva de nivel a una distancia de 3.5 a 5 m entre hileras y 2 m entre plantas.

Época de plantación

Se recomienda plantarlos en los meses de Mayo y Junio.

Régimen de humedad

El régimen de riego es de temporal, aunque si se riegan un poco tendrán un crecimiento vegetativo más rápido.

Plagas y Enfermedades

Se indica que existe poca información sobre las plagas y enfermedades de *A. salmiana*; sin embargo mencionan tres que se presentan en Zacatecas.

El gusano rojo o “chinicuil” (*Hypoptha agavis* Blánquez) ataca en estado larvario a la base de las pencas y ocasiona la petrificación del tallo, las pencas toman una coloración rojiza.

Picudo o mayate negro (*Scyphophorus acupunctatus*) ocasiona el daño en estado larvario, se desarrolla en el tallo. Es el que más daños ocasiona, ya que llega a matar la planta.

Barrenador (*Acentrocneme hesperiaris*). En su estado larvario se desarrolla en las pencas.

En cuanto a las enfermedades es poco frecuente el daño por escamas, las cuales cubren las hojas afectando el vigor de la planta. Para prevenirlas se aplican aceites naturales por aspersión. A la pudrición bacteriana de la cabeza (*Erwinia* sp.) se le considera como la enfermedad de mayor importancia económica.

No existen paquetes tecnológicos para controlar plagas y enfermedades por lo que estas actividades se realizan de acuerdo a la experiencia del agavero.

Control de malezas

Se recomienda controlar la maleza cercana a la planta, sobre todo en la temporada de lluvias.

Otras actividades

Cuando el maguey tiene entre 3 y 5 años se debe de realizar una poda o barbeo que consiste en quitar las pencas inferiores y las dañadas. También se recomienda separar los hijuelos, así también se obtendrá material reproductivo. El castrado del maguey se debe de realizar antes de la emisión del escapo floral.

Usos

Alimento

Flor

Las flores del maguey son un alimento típico. Se cortan de la inflorescencia, a la cual se le llama quiote, cuando aún están en botón, pues de lo contrario amargan. Posteriormente se desprenden del pedúnculo y se preparan en diversos guisos (Figura 10).



Figura 10. Flores de *A. salmiana* en venta en el tianguis de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Pulque

Para elaborar el pulque primero se debe obtener el aguamiel. Este proceso es realizado por una persona experimentada pues se requiere conocer el momento adecuado para quitar el cogollo (yema vegetativa que da origen a la inflorescencia), a esta actividad se le conoce como “capado” del maguey. Para poder hacerlo el raspador o tlachiquero corta las hojas centrales de la planta (pencas) hasta llegar al tallo, antes que salga el tronco herbáceo correspondiente a la flor. En este punto el maguey se deja reposar por varios meses, para que se concentren los azúcares. Posteriormente, con un “raspador” de metal que tiene forma de cuchara, se desgasta el tejido expuesto para formar un hueco al que se le llama “cajete” para que escurra

hacia ahí la salvia que las hojas producen como un sistema de autocuración, a éste líquido se le conoce como aguamiel.

Se extrae dos veces al día, utilizando un “acocote” (calabaza larga con orificios en ambos extremos) o una jícara.

Al maguey se le sigue raspando la cavidad para que las hojas produzcan más aguamiel. Un maguey puede producir de 3 a 6 litros por extracción y de acuerdo a su tamaño su vida productiva puede durar de 3 a 8 meses (Ramírez, 1995; CICEANA, 2006).

El aguamiel se puede tomar directamente o dejarlo fermentar por varios días para obtener el pulque. Para acelerar el proceso se utiliza aguamiel fermentado a lo que se le llama semilla, así la fermentación se da en uno o dos días.

Durante la fermentación levaduras y bacterias transforman los azúcares en alcohol (contiene de 3 a 6%) y bióxido de carbono, además se produce ácido láctico y dextranas (azúcares compuestos) que proporcionan viscosidad al pulque. Es de suma importancia en la dieta de la población rural debido a su aporte nutricional que incluye azúcares, aminoácidos esenciales y vitaminas del complejo B (CICEANA, 2006). Al pulque ya elaborado se le puede agregar frutos o semillas para preparar “curados” y modificar así su sabor. Con éste también es común elaborar pan de pulque o utilizarlo en diversos guisos.

Miel

La miel de maguey es un producto altamente nutritivo con un alto contenido de fructooligosacáridos que facilitan el buen funcionamiento del sistema intestinal, así como del organismo en general gracias a sus efectos directos sobre la producción de las bifidobacterias. Además inhiben el crecimiento de bacterias patógenas, como *E. Coli*, *Listeria*, *Shigella* y *Salmonella* (Hernández *et al.*, 2010).

Debido a su alto contenido de fructosa, es recomendada para las personas diabéticas, pues este tipo de azúcar no estimula la secreción digestiva como otros

azúcares. De acuerdo a GILABS (2008) su índice glicémico es muy bajo (alrededor de 17.1).

Es elaborada a base del aguamiel, el cual se hierva por alrededor de 1 hora hasta que se consigue la consistencia deseada.

Construcción

En la antigüedad era común que los habitantes de las zonas áridas emplearan las pencas para techar sus hogares y los quiotes como postes y vigas. Actualmente se usan en la construcción de lugares representativos como restaurantes de comida típica o museos para darle vista al lugar (Figura 11).



Figura 11. Techado elaborado a partir de pencas de *A. salmiana* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

También se emplean las hojas como un tipo de canal para captar agua de lluvia y los quiotes para elaborar corrales.

Los quiotes se emplean como bancas para sentarse, para construir camas, mesas y corrales.

Combustible

Cualquier parte de esta planta es empleada comúnmente como combustible una vez que el material vegetativo ha perdido su humedad.

Fibras

De las pencas de maguey se obtiene una fibra de suma importancia para los hñañus del valle del mezquital. Le llaman ixtle y a partir de ésta se obtiene hilo que sirve para elaborar objetos de uso cotidiano (ayates, cestos, estropajos, etc.) y artesanías (ayates, diademas, pulseras, anillos, vestidos, bolsas) (Figura 12).



Figura 12. Venta de artesanías elaboradas a partir de fibra de maguey en Ixmiquilpan, Hidalgo.

El proceso de elaboración del ixtle requiere de varios días (15 aproximadamente). A las plantas adultas que ya se les ha extraído aguamiel se les cortan las pencas (estas contienen mayor cantidad de fibra), además se tiene que recolectar leña para asarlas, esto toma varios días dependiendo de la cantidad. Posteriormente se machacan con una herramienta de madera. Una vez hecho esto, se deja remojando por unos días para lavarlo y quitarle las sustancias que irritan la piel, se peina (normalmente se hace en una biznaga) y se deja secar. Esta tarea se repite tantas veces como se requiera para blanquear el ixtle. De aquí se obtiene una fibra gruesa, a partir de ésta se elabora el hilo empleando un “malacate” (herramienta parecida a un trompo) para formar una sola hebra.

Forraje

En las zonas áridas y semiáridas y en las temporadas de sequía en donde escasea el alimento para cualquier tipo de ganado, el maguey es un recurso muy importante en la dieta del ganado. Debido a su alta adaptabilidad y eficiencia en el uso del agua está disponible durante todo el año y tanto la piña como hojas y quile se ofrecen picados al animal.

La calidad nutricional depende de la parte empleada y edad de la planta. De acuerdo con SARH (1980) quien analizó el bagazo de maguey y Baraza *et al.* (2008) que reportan los resultados de *A. salmiana* silvestre y cultivado, la planta cultivada es la que contiene una mayor cantidad de proteína cruda (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis bromatológico del bagazo y la penca de *A. salmiana* silvestre y cultivado.

Parte empleada	Materia seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Total de Nutrientes digestibles	Energía digestible	Energía metabolizable	Fibra detergente neutra	Fibra detergente ácida	Carbohidratos solubles
Silvestre	88.7	4.7	16.5	71.6	3.2	2.6	33.3	28.2	66.7
Cultivado	89.8	6.6	32.1	70.3	3.1	2.5	50.1	46.7	49.99
Bagazo	92.37	4.74	27.82	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia a partir de SARH, 1980; Baraza *et al.*, 2008.

Para lograr una buena digestibilidad se tiene que suplementar con nitrógeno. Silos *et al.* (2005) determinó que las hojas contienen los niveles de minerales necesarios para satisfacer los requerimientos diarios de ganado lechero. Sin embargo, no es muy recomendable debido a las saponinas que éste contiene, las cuales afectan a los protozoarios del rumen al combinarse con diversos esteroides pues ocasionan rompimiento celular (Sen *et al.*, 1998). El ensilado del maguey se convierte en la mejor opción para darle este uso, puesto que al ensilarlo las saponinas se transforman en sapogeninas y pierden su capacidad irritante. Álvarez *et al.* (2009) indican que a los ensilados elaborados con maguey no les afecta su alto contenido de humedad, incluso se puede utilizar como inóculo para ensilar forrajes con características no aptas para tal fin, por ejemplo la alfalfa; misma que en combinaciones óptimas permite incrementar la digestibilidad haciéndola mayor al 80%, así como el valor nutricional aportando un complemento proteínico al ensilado de maguey (Zamudio *et al.*, 2009).

Medicinal

El aguamiel y pulque se recomiendan tomados en casos de anemia y para tratar inflamaciones en general.

Las hojas en infusión se toman contra la gastritis y diabetes. En cataplasmas para los granos enterrados y para cicatrizar la heridas (BDMTM, 2009).

Ornamental

Esta planta se puede utilizar en la construcción de jardines rocosos o que evoquen desiertos, o bien colocados en grandes macetas o en camellones. Son muy valiosos en jardines con poco mantenimiento pues tienen una amplia tolerancia.

Otros

Pencas

Las pencas u hojas son utilizadas principalmente en la elaboración de barbacoa. Estas se cortan desde su base y con ellas se envuelve la carne que se preparará con la finalidad de protegerla de la tierra durante su cocimiento ya que normalmente se entierra, además éstas le agregan un sabor particular.

A la cutícula de la penca se le llama mixiote y se le emplea para envolver diversos guisos, sin embargo el aprovechamiento excesivo puede ocasionar la muerte de la planta.

Piña

Se utiliza en la elaboración de macetas para plantas; las piñas sin las pencas se ahuecan del centro en dónde se coloca la tierra y posteriormente la planta deseada (Figura 13).



Figura 13. Maceta elaborada a partir del tallo de maguey.

También se utilizan como bancos rústicos para sentarse.

Espinas

Las espinas terminales se emplean comúnmente como agujas o clavos, para ello simplemente se desprenden de la hoja.

Insectos comestibles

Si bien no son un producto obtenido directamente del maguey, éste forma parte de su desarrollo, siendo su hospedero durante la fase larvaria. Son dos especies de lepidópteros las que se consumen y se hospedan en el maguey.

Acentrocne me hesperiaris hace orificios en las pencas bajas del maguey para alimentarse. La larva va creciendo en las hojas, pencas y raíces del maguey. Es de color blanco excepto en la cabeza y las extremidades que son color café.

Está emparentado con el chinicuil (*Hypochoeris agavis*) que es de color rojo y de menor tamaño. Atacan al maguey (en especial las especies *Agave angustifolia* y *A.*

salmiana) durante la temporada lluviosa. Se desarrollan en las raíces de los magueyes viejos (Figura 14).



Figura 14. Chinicuiles de *A. salmiana* en venta en el mercado de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Aunque los dos son una plaga del maguey no se les combate por el uso que tradicionalmente se les da en la gastronomía. Son considerados platillos exóticos, nutritivos y caros (un litro de gusanos llega a costar más de \$600.00).

Los escamoles (*Liometopum apiculatum*) son larvas de hormiga. Tienen un alto valor nutritivo por ser fuente de proteínas y carbohidratos y son una fuente importante de trabajo e ingresos (Figura 15).



Figura 15. Escamoles en venta en el mercado de Ixmiquilpan, Hidalgo.

El hábitat de la hormiga escamolera se compone de vegetación de tipo xerófito, con matorral espinoso, micrófilo y crasicaule. Anidan bajo las raíces de magueyes, nopales, yucas, lechuguillas, pirules, encinos, enebros, mezquites y garambullos. Requieren de poca agua y su alimentación es a base de hojas, semillas, flores, frutos, insectos y otros animales muertos.

De cada nido se extrae hasta cuatro kilos de escamole. La recolección se hace durante los meses de marzo, abril y mayo. Una vez localizado el nido los recolectores excavan, a profundidades variables que van desde medio metro hasta más de un metro.

Los escamoles alcanzan precios muy altos en el mercado, ya que un platillo con 60 g alcanza un precio hasta de \$200.00 pesos.

Fertilizante

La ceniza de las pencas se puede utilizar para proporcionar nutrientes al suelo, así como el bagazo y todos los residuos del maguey como un abono verde.

Servicios ambientales

Se le considera como una de las mejores alternativas para restauración y conservación de suelos debido a su alta capacidad de enraizamiento y tolerancia a condiciones adversas; ayuda controlar la erosión debido al tipo de sistema radicular que posee.

Uso en agroforestería

Es común utilizarlo en la delimitación de terrenos como cerco vivo, también se ha registrado su uso como barrera rompeviento en el estado de Puebla plantando de dos a tres filas con maguey (Gentry, 1982). Así mismo puede utilizarse plantado como vegetación en contorno en terrenos con pendiente para controlar la pérdida de suelo, de nutrientes, humedad y aportar productos extra al cultivo principal; se combina principalmente con especies de temporal como el maíz. En los huertos familiares es un elemento común y puede ser implementado tanto en cultivos en fajas como en lotes multipropósito. Un uso potencial de suma importancia sería utilizarlo en la entomoforestería para el aprovechamiento de los insectos comestibles asociados a éste.

Literatura citada

- Álvarez F., G., J. C. García L., J. M. Pinos-Rodríguez, F. Tristán P. 2009. Perfil bioquímico del ensilado de Maguey. Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. 2° congreso Internacional en ciencias veterinarias y zootecnia. Puebla. Disponible en: <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/Nutricion%20animal.pdf> Consultado el [15/10/11].
- Arizaga, S. y E. Ezcurra. 1995. Insurance against reproductive failure in a semelparous plant: bulbil formation in *Agave macroantha* flowering stalks. *Oecología* 101:329-334.
- Baraza, E., S. Ángeles C., A. García P., y A. Valiente-Banuet. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia*. 33 (12):891-896.

- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe> Consultado el [03/10/11].
- Camargo-Ricalde, S. L., S. Dhillon y C. Jiménez-González. 2003. Mycorrhizal perennials of the "matorral xerófilo" and the "selva baja caducifolia" communities in the semiarid Tehuacan-Cuicatlan Valley, México. *Mycorrhiza*. 13:77-83.
- Centro de información y Comunicación Ambiental, A. C (CICEANA). 2006. Con sabor a Maguey. En *Revista Ciencias*. Facultad de Ciencias de la UNAM. México DF. Número 87.
- Eguiarte, L. E., V. Souza y A. Silva-Montellano. 2000. Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Boletín de la sociedad Botánica de México*. 66:131-150.
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª. Ed. Instituto de Geografía UNAM. México, D.F.
- García-Mendoza, A. 1995. Riqueza y endemismos de la familia Agavaceae en México. En Linares, E., Dávila, P., Chiang, F., Bye R. y Elias T. (eds). *Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques*. Instituto de Biología, UNAM. México, D. F.
- García-Sánchez, R., A. Monroy A. y C. Chimal-Sánchez. 2007. Hongos micorrícicos arbusculares asociados a diferentes plantas y matorrales del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *In: Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos*. Montaña A., N. M., Camargo R., S. L., García S., R. y A. Monroy A. (eds). Mundi-Prensa, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, UAM-Iztapalapa, FES-Zaragoza-UNAM. México, D. F.
- Gentry., M. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Tucson Arizona Press. Tucson, Arizona. 670 p.
- Glycemic Index Laboratories (GILABS). 2008. Determinación del Índice Glucémico de: Jarabe de Agave Venus. Inulina y miel de Agave S. A. de C.V. Disponible en: <http://www.preventy.com/ResultadosFinalesGILabs.pdf>. Consultado el [15/10/11]
- González S., C. 2005. Respuestas fisiológicas y morfológicas a sequía en plántulas de distintos grupos funcionales del desierto Chihuahuense. Tesis maestría. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. México, S.L.P. 60 p.

- Granados, D. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. México, Texcoco. 252 p.
- Hernández B., G. G., A. Tovar-Puente, M. A. Madrigal-Anzaldúa, A. Chávez-Álvarez y A. Herrera-Sosa. 2010. Un prebiótico: Miel del maguey. Revista Salud Pública y Nutrición, Edición especial No. 5. 252-253 pp.
- Martínez del Río, C. y L. E. Eguiarte. 1987. Bird visitation to *Agave salmiana*: Comparisons among hummingbirds and perching birds. The Condor 89:357-363.
- Medina G., G., B. Cabañas C., J. A. Ruiz C., J. Madero T., S. Rubio D., A. Rumayor R., M. Luna F., C. Gallegos V., R. Gutiérrez S. y A. G. Bravo L. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Libro técnico No. 2. INIFAP-Centro de Investigación Regional Norte Centro, campo experimental Zacatecas. México, Zacatecas. 157 p.
- Monroy A., A., J. Estevez T., R. García S. y R. Ríos G. 2007. Establecimiento de plantas mediante el uso de micorrizas y de Islas de recursos en un matorral xerófilo deteriorado. Boletín de la Sociedad Botánica de México. México, D. F. No. 80:49-57
- Ramírez, J. 1995. Los magueyes, plantas de infinitos usos. CONABIO. Biodiversitas 3:1-7.
- Rangel, S. y R. Galván. 1992. Notas sobre el género *Agave* en el Valle del Mezquital. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. 37(4): 93-100.
- Rodríguez H., G. 2002. Inducción del enraizamiento en *Agave salmiana* Otto con *Agrobacterium rhizogenes* y colonización de raíces transformadas por *Glomus intratadices*. Tesis Doctoral. México, Colima. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Colima. 106p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 373 p.
- S.A.R.H. 1980. Relación de Análisis Bromatológicos por Estado. Dirección General de Aprovechamiento Forrajero. México.
- Sen, S., P. Harinder, S. Makkar y K. Becker. 1998. Alfalfa saponins and their implication in animal nutrition. Journal Agric. Food Chem. 46: 131-140.
- Silos E., H., N. González C., A. Carrillo L., F. Guevara L., M.E. Valverde G. y O. Paredes L. 2005. Composición química de aguamiel y pencas de *Agave salmiana* Gentry. V Congreso del Noroeste, I Nacional, en Ciencias Alimentarias y Biotecnología Centro de las Artes de la Universidad de Sonora Hermosillo. 7-12 de Noviembre de 2005. Hermosillo, Sonora, México.

- Wang, B. y Y.-L. Qiu. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*. 16:299-363.
- Zamudio, D.M., J.M. Pinos-Rodríguez, S.S. González, P.H. Robinson D, J.C. García, O. Montañez. 2009. Effects of *Agave salmiana* Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. *ScienceDirect. Animal Feed Science and Technology*. 148: 1-11.

Agave striata

Se le conoce como agave aguja, espadilla, espadín, junquillo, toquillo.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Agave striata* Zucc., pertenece a la familia Agavaceae.

Sinonimia

Agave ricurva Zuccarini

Agave ensiformis Hort, ex Backer

Agave striata mesae A. Berger

Datos geográficos

Es una planta nativa del noreste de México, se distribuye en los estados de: Durango, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Puebla.

Interacciones ecológicas

Habita en matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosque de pino-encino y bosque de pino.

Trejo (2006) la ha encontrado junto con *Prosopis*, *Myrtillocactus*, *Hechtia*, *Mammillaria*, *Yucca*, *Astrophytum*, *Opuntia*, *Echinocactus*, *Agave lechuguilla*, *Larrea* y *Dasyllirion*.

Características fenotípicas

A. striata es una planta suculenta, perenne, en forma de roseta abierta, que forma agrupaciones grandes que llegan a medir hasta 3 metros de ancho. Un individuo llega a tener 90 cm de diámetro y de altura (Figura 16).



Figura 16. Ejemplar de *Agave striata* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Posee más de 100 finas hojas lineales con borde liso y una espina terminal de 1-5 cm, de forma cónica con tonalidad rojiza oscura o gris, las hojas son de aproximadamente de 1 cm de ancho por 60 cm de largo, convexas en el haz, presentan una coloración gris verdosa.

La inflorescencia es una espiga erecta de 1.5 a 2.5 m. La época de floración es en verano, las flores son de color amarillo verdoso a púrpura.

El fruto es una cápsula trígona de 13 a 16 mm de longitud, de color café. Semilla en forma de media luna, gruesa en la parte curvada (Gentry, 1982).

Requerimientos

Se desarrolla en laderas secas y en suelos de piedra caliza con precipitaciones anuales debajo de los 500 mm entre los 1000 y 2000 msnm. Soporta las heladas moderadas o severas y es resistente a las sequías (Gentry, 1982).

Cultivo.

Propagación

Se cortan los retoños o hijuelos que se encuentran en la base en primavera o verano. Se dejan secar de 24 a 48 horas para su posterior plantación.

Usos

Fibras

Se llega a utilizar para la extracción de fibra, pero ésta es de menor calidad que la de los otros agaves por lo que no es muy común este uso (Granados, 1993).

Forraje

Tanto el qurote como las hojas son utilizadas para alimentar a los animales (Rives, 2009).

Ornamental

Es empleada para adornar jardines de cactáceas y suculentas.

Otros

Tiene usos similares a los otros *Agaves*.

Uso en agroforestería

Puede ser empleado en el establecimiento de vegetación en contorno, cercas vivas y barreras rompeviento.

Literatura citada

- Gentry., M. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Tucson Arizona Press. Tucson, Arizona. 670 p.
- Granados, D. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. México, Texcoco. 252 p.
- Rives G., R.C. 2009. Diversidad clonal y estructura genética espacial en escala fina de *Agave striata* Zucc. Tesis Profesional. UNAM, México D.F. 89 p.
- Trejo H., L. 2006. Genética de Poblaciones de *Agave striata* Zucc. Tesis maestría. Posgrado en ciencias Biológicas, UNAM. 74 p.

Cylindropuntia imbricata

Se le conoce como cardón, cardenche, abrojo, entraña, tasajo, velas de coyote, xoconochtli, coyonostli, yanaxoconostle.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Cylindropuntia imbricata* (Hawort), pertenece a la familia Cactaceae.

Datos geográficos

Se distribuye ampliamente en zonas áridas y semiáridas y con menor frecuencia en selvas bajas, bosques de pino-encino y de juníperus. Es común encontrarla en los siguientes estados: Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Sonora, México, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Zacatecas, Chihuahua, Coahuila, Aguascalientes (Batis y Rojas, 2002).

Características fenotípicas

Es una cactácea arbustiva de hasta 5 m de altura, normalmente no sobrepasa los 1.2 m de altura. Con un tallo principal corto, verde grisáceo, ascendente de unos 10 cm de diámetro y de hasta 1 m de largo. Ramas cilíndricas con costillas longitudinales prominentes; las ramas primarias son escasas, de casi el mismo diámetro que el tallo; producen varios artículos dispuestos en pseudovercillos, miden de 2.5 a 3.5 cm de diámetro y de 12 a 35 cm de largo (Bravo, 1978; Cervantes *et al.*, 2001) (Figura 17).



Figura 17. Ejemplar de *Cylindropuntia imbricata* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Hojas subuladas de 1-2.5 cm de largo, caducas (Bravo, 1978).

Aréolas grandes, con tomento amarillento oscuro con gloquidias escasas de color amarillo pálido, de 0.5-3 mm de longitud. Espinas numerosas, de 10-30 por aréola, fuertes, de color plateado a rojizo, casi aciculares pero con la sección en la parte basal a veces aplanada, derechas o recurvadas; envueltas en una vaina papirácea, decíduas, de plateada a amarilla, de hasta 2 cm de longitud (Bravo, 1978) .

Flores de color rojizo, rosa oscuro o púrpura, de 5-7 cm de diámetro; pericarpelo tuberculado; pétalos angostamente obovados, de 2.5 a 3.5 cm de largo y 1.5 a 2 cm de ancho, con el ápice ampliamente redondeado, entero o algo crenado u ondulado (Bravo, 1978; Cervantes *et al.*, 2001) (Figura 18).



Figura 18. Flor de *C. imbricata*, Ixmiquilpan, Hidalgo.

Frutos ovoides, jugosos, de verde grisáceo a amarillento, de 2.5 a 4.5 cm de largo y 2 a 3 cm de diámetro, podarios evidentes, espinas ausentes, muy umbilicado, persistente en el invierno. Florece de mayo a julio y fructifica de febrero a marzo del otro año (Bravo, 1978; Cervantes *et al.*, 2001; Scheinvar, 2004) (Figura 19).



Figura 19. Fruto de *C. imbricata*, Ixmiquilpan, Hidalgo.

Se reproduce activamente tanto por semilla como asexualmente, debido a la capacidad de enraizar de las partes vegetativas desprendidas, que se dispersan de modo muy eficaz por epizoocoria o antropocoría.

Semillas abundantes, lisas, de 2.5 a 3.5 mm de diámetro, a menudo con cubiertas endurecidas. Polinización entomófila. El paso por el tracto intestinal de los animales favorece la germinación (Bravo, 1978).

Interacciones

Especies vegetales

Se asocia con vegetación propia de matorral micrófilo, crasicaule, rosetófilo, bosque tropical caducifolio, pastizales, bosque de pino-encino y bosque de junípero (Scheinvar, 2004).

Especies animales

Esta planta produce daños mecánicos a los animales al pasar por las plantas o comer sus frutos, pues las gloquidas se incrustan en sus labios; los borregos y las vacas son generalmente los que sufren este daño. También la fauna silvestre en ocasiones es afectada por esta planta.

A la vez es alimento importante de fauna específica como el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) que come el fruto de esta planta (Nava-Vargas *et al.*, 1999)

Requerimientos

Es muy resistente a la sequía. Soporta heladas de hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ si no son prolongadas y la humedad atmosférica es baja. Tolerancia suelos ligeramente salinos, poco profundos y pedregosos. Requiere suelos bien drenados y exposiciones a pleno sol, en altitudes que van desde los 500 a los 2700 m de altitud (Scheinvar, 2004).

Cultivo

Es de difícil manejo debido a sus numerosas espinas por lo que no es común el cultivo de esta planta y existe poca información disponible sobre su cultivo.

Propagación

Se propagan mejor por los artículos de las ramas que se caen en la época de sequía, y enraízan en la temporada de lluvia (Bravo, 1978).

Usos

Alimento

Su fruto es ácido y en algunas partes del país se le utiliza en la preparación de diversos guisos, también se reporta que algunos indígenas de la zona norte consumen los tallos en temporada de sequía (Bravo, 1978).

Construcción

Los esqueletos que forma la planta cuando se seca son leñosos, reticulados y muy resistentes, por lo que se usan para elaborar muebles rústicos, y diversas artesanías.

Combustible

Las ramas secas son empleadas como combustible. Bravo (1978) menciona que el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional indica que su madera es una de las que más conductividad térmica posee.

Forraje

O. imbricata es utilizado como forraje para cualquier tipo de ganado en las zonas áridas, sobre todo por los pequeños productores, para los que es muy costoso usar otros alimentos. Las espinas de la planta tienen que ser quemadas para evitar el daño que éstas ocasionan a los animales.

De acuerdo con lo presentado en el XXVI Congreso Nacional de BUIATRIA por Cerrillo *et al.* (2002) esta especie contiene en sus ramas 3.4% de Proteína Cruda, 50.7% de Fibra Detergente Neutra, 7.7% de Fibra Detergente Ácida, 4.9% de celulosa, 43.0% de hemicelulosa y 2.8% de Lignina.

El bajo contenido de celulosa y lignina, sumado a su alta digestibilidad (67%) y contenido energético (2.2 Mcal Kg⁻¹) reportados por Gutiérrez y García (1998),

permiten emplearla como un alimento energético de gran importancia en las zonas áridas y semiáridas.

Medicinal

El jugo de la cáscara del fruto asado se toma y se coloca sobre el pecho para aliviar la tos. El fruto maduro se utiliza para tratar la diabetes. Para ello se retira su cáscara, se hacen cortes en el fruto y se deja serenar en agua la cual se bebe en ayunas al día siguiente. También sirve como diurético (BDMTM, 2009).

Con su parénquima se prepara una mezcla que se usa en lugar del yeso para inmovilizar huesos rotos de personas y animales (BDMTM, 2009).

Los artículos jóvenes se parten por la mitad y se asan a fuego lento y se colocan sobre heridas y contusiones para reducir la hinchazón.

Ornamental

A pesar de su agresividad se utiliza para la creación de jardines de cactáceas y en macetas para adornar las casas debido a la belleza de su flor.

Servicios ambientales

Para mantener el equilibrio ecológico es necesario preservar esta especie desplazada en muchas ocasiones, pues es indeseable debido al peligro que representa.

Uso en agroforestería

Es común emplear esta especie para la creación de cercos vivos, principalmente para evitar el paso de animales, pues es muy efectiva gracias a la agresividad otorgada por sus espinas.

Literatura citada

- Batis, A., y M. Rojas. 2002. El peyote y otros cactus alucinógenos de México. CONABIO. Biodiversistas 40:12-17
- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe> Consultado el [17/10/11].
- Cerrillo M., A., O. López O. y A. S. Juárez-Reyes. 2002. Composición química y producción de gas in vitro de cactáceas, arbustivas y arbóreas presentes en la dieta de caprinos en pastoreo. *In* Memorias del XXVI Congreso Nacional de BUIATRIA. Asociación Mexicana de médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C (comps). 11-13 Julio. Acapulco, Guerrero. Disponible en: ammveb.net/XXVI%20CNB/memorias/rum/docs/rum11.doc. Consultado el [17/10/2011].
- Cervantes. S., A., Guzmán C., L. U., Ramírez G., A., Gutiérrez G., J. A. 2001. Cactáceas 1. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Zaragoza. 46 p. Disponible en <http://enlinea.zaragoza.unam.mx/didacta/biologia/cactus/cactus01.pdf>. Consultado el 16/10/11.
- Gutiérrez, A.E. y García, A.J.S. 1998. Consumo de energía y proteína por caprinos en un matorral mediano subespinoso y matorral mediano crasirosulifolio espinoso. Tesis Profesional, UJED-FMVZ. 50 pp.
- Nava-Vargas, V., J. D. Tejero-Diez y C. B. Chávez-Tapia. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo en Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología 70(1):51-63.
- Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.

Cylindropuntia leptocaulis

Se le conoce como alfilerillo, tasajillo o confite.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Cylindropuntia leptocaulis* (D.C.) y pertenece a la familia Cactaceae.

Sinonimia

Cylindropuntia brittonii (J.G.Ortega) Backeb

Cylindropuntia leptocaulisbadia (A. Berger) F.M. Knuth

Cylindropuntia leptocaulisbrevispina (Engelm.) F.M. Knuth

Cylindropuntia leptocaulislongispina (Engelm.) F.M. Knuth

Opuntia brittonii J.G. Ortega

Opuntia frutescens (Engelm.) Engelm.

Opuntia frutescensbrevispina Engelm.

Opuntia frutescenslongispina Engelm.

Opuntia gracilis Pfeiff., 1837

Opuntia leptocaulis DC., 1828

Opuntia leptocaulisbadia A. Berger

Opuntia leptocaulisbrevispina (Engelm.) S. Watson

Opuntia leptocaulislongispina A. Berger

Opuntia leptocaulispluriseta A. Berger

Opuntia leptocaulisrobustior A. Berger

Opuntia leptocaulisstipata J.M. Coult.

Opuntia leptocaulisvaginata (Engelm.) S. Watson

Datos geográficos

Es una especie nativa de México. Que crece desde el sur de los Estados Unidos de América hasta los estados del centro de México. Es muy frecuente encontrarla en Hidalgo y Querétaro (Scheinvar, 2004).

Características fenotípicas

Es una cactácea arbustiva; mide de 1 a 1.8 m de altura. Tronco bien definido y leñoso, de 6 a 8 cm de diámetro, sin espinas y casi no tuberculado. Ramas cilíndricas, delgadas, de 4 a 6 mm de ancho. Cladodios verdes, de 10 a 50 cm de largo y de 3 a 5 mm de ancho, se desprenden fácilmente. Glóquidas marrón amarillento o rojizo de hasta 5 mm de largo. Espinas generalmente una, pero pueden ser más o estar ausentes, de color marrón amarillento, pueden ser blancas o grisáceas, erectas, aciculares, llegan a medir hasta 5 cm y están recubiertas por una vaina papirácea (Bravo, 1978; Pizzetti, 2003; Scheinvar, 2004) (Figura 20).



Figura 20. Ejemplar de *C. leptocaulis* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Flores amarillo verdosas, a veces con puntas rojizas, de 21 mm de largo y de 12 a 20 mm de diámetro, vespertinas, dispuestas hacia el ápice de las ramas. Florece de abril a junio. (Bravo, 1978; Scheinvar, 2004).

Fruto rojo o anaranjado, obvoide, de 1 a 1.8 cm de largo y de 6 a 7 mm de ancho, sin espinas, muy umbilicado y generalmente prolífero, semiseco. Fructifica en diciembre y permanece aproximadamente hasta Febrero (Figura 21)



Figura 21. Fruto de *C. leptocaulis*, Ixmiquilpan, Hidalgo.

Las semillas son amarillo claro, de 3 a 4 mm de ancho, aplanadas, con el margen agudo, escasas (Scheinvar, 2004).

Interacciones

Especies vegetales

Matorral xerófilo crasicaule, micrófilo, rosetófilo, pastizales, bosque tropical caducifolio y bosque de juníperos, pinos y encinos (Scheinvar, 2004).

Es común encontrarla en el mismo hábitat que *Larrea tridentata*, con la cual presenta una relación cíclica observada en el desierto de Chihuahua; el arbusto coloniza un sitio y modifica las condiciones del microhábitat para que se establezca *O. leptocaulis* (Yeaton, 1978). A su vez esta planta sirve de nodriza para otras.

Especies animales

La tasa de mortalidad de esta especie se incrementa por la excavación de roedores combinada con una alta tasa de erosión.

A la vez esta especie sirve de alimento y refugio para diversas especies; algunas aves establecen ahí sus nidos para mantenerlos protegidos.

Requerimientos

Altitud de 800 a 2, 200 m. Resiste temperaturas de hasta -0°C. Crece en la mayoría de tipos de suelo, es frecuente encontrarle en suelos arenosos y pedregosos (Taylor, 1997; Scheinvar, 2004).

Cultivo

Propagación

Se puede propagar sexualmente, sin embargo no posee muchas semillas probablemente como una adaptación al ambiente en el que se desarrolla en el cual las condiciones no son favorables para este tipo de reproducción.

Vázquez *et al.* (2005) observó que la baja producción de semillas se traduce en un desarrollo de ramas en el fruto, lo que le proporciona una reserva de agua y energética y una mayor superficie que le permite desarrollarse, otorgándole la posibilidad de ser prolífico, por lo que la reproducción vegetativa es la mejor opción.

Plagas y Enfermedades

Son susceptibles al insecto cochinilla algodonosa de las cactáceas y se combate con la aplicación de aceite.

Usos

Forraje

Es común que los frutos se corten y se les ofrezcan a las aves de corral. También al ganado se le ofrecen los cladodios quemándoles las espinas. De acuerdo a Cerrillo *et al.* (2002) los cladodios de *O. leptocaulis* contiene 3.7 % de Proteína Cruda, 33.1% de Fibra Detergente Neutra, 15.2% de Fibra Detergente Ácida, 10.1% de Celulosa, 17.9% de Hemicelulosa y 5.8% de Lignina.

Medicinal

Es utilizada para reducir la inflamación de ojos y oídos; para ello se prepara una infusión del fruto que se aplica directamente sobre la zona afectada.

Ornamental

Se puede emplear en la construcción de jardines de cactáceas.

Servicios ambientales

Como todas las plantas, ayuda en el control de erosión del suelo.

Uso en agroforestería

Se utiliza para formar cercos para evitar el paso de animales, así como para la delimitación de linderos.

Literatura citada

- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- Cerrillo M., A., O. López O. y A. S. Juárez-Reyes. 2002. Composición química y producción de gas in vitro de cactáceas, arbustivas y arbóreas presentes en la dieta de caprinos en pastoreo. *In* Memorias del XXVI Congreso Nacional de BUIATRIA. Asociación Mexicana de médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C (comps). 11-13 Julio. Acapulco, Guerrero. Disponible en: ammveb.net/XXVI%20CNB/memorias/rum/docs/rum11.doc. Consultado el [17/10/2011].
- Pizzetti, M. 2003. Guías de la naturaleza: cactus. 3ª Ed. Grijalbo. Trad. M. Serrano y F. Vallespinos. Barcelona. 383 p.
- Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.
- Taylor, R.B., J. Zrtutledge, and J.G. Herrera. 1997. A field guide to common south Texas shrubs. Texas Parks and Wildlife Press, Austin, TX. p. 106.
- Vázquez D., E. F., S. L. Sánchez S., C. Martorell D. 2005. La producción de frutos prolíficos en *Cylindropuntia leptocaulis* (Cactaceae) como una alternativa ante el fracaso de la reproducción sexual. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 076. México, D. F. pp 79-81.
- Yeaton, R.I. 1978. A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the northern Chihuahuan desert. Journal of Ecology. 66: 651-656.

Cylindropuntia tunicata

Se le conoce como cardón.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Cylindropuntia tunicata* (Lehm.) y pertenece a la familia Cactaceae.

Sinonimia

Cactus tunicatus Lehm.

Opuntia tunicata (Lehm.) Link & Otto ex Pfeiff

Datos geográficos

Es una especie nativa de México. Se encuentra abundantemente en los Estados del centro de México, llegando hasta el sur de Coahuila y Nuevo León (Bravo, 1978).

Características fenotípicas

Cactáceas cespitosas que se presentan en grupos, bajas (de unos 60 cm de altura). Tronco más o menos definido, corto, se ramifica desde la base. Artículos cilíndricos que se desprenden fácilmente y enraízan al caer al suelo, de 6 a 12 cm de longitud y 4 cm de diámetro, con tubérculos prominentes, cada uno cubierto por una areola (Figura 22).



Figura 222. Ejemplar de *Cylindropuntia tunicata* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Aréolas con glóquidas amarillas y cubiertas por 6 a 12 espinas. Espinas muy pungentes, de 4 a 5 cm de longitud, amarillentas o algo rojizas, cubiertas con una vaina papirácea muy delgada, blanca y brillante.

Flores amarillo verdosas, de 3 a 5 cm de longitud; pétalos obtusos; pericarpelo desnudo o con algunas espinas. Fruto tuberculado, espinoso, globoso, de 3 cm de longitud (Bravo, 1978).

Interacciones

Especies vegetales

Se desarrolla en todos los tipos de matorral xerófilo: matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo (Bravo, 1978).

Especies animales

Es una especie sumamente agresiva, sus artículos que con facilidad se desprenden se adhieren fácilmente al pelaje de los animales ocasionándoles heridas.

Requerimientos

Soporta temperaturas de hasta 0°C. (Pizzeti, 2003).

Cultivo

No es una especie que se cultive, por lo que sólo se sabe que su reproducción no presenta problemas, pues se realiza fácilmente a través de los artículos (Pizzetti, 2003).

Usos

Combustible

Una vez que pierden completamente su humedad pueden ser utilizados como combustible.

Otros

Religiosos

En algunas ocasiones son utilizados para infringir algún tipo de penitencia, por ejemplo en los viacrucis que se realizan en la semana santa.

Servicios ambientales

Ayudan en la reducción de la erosión y es una especie que enraíza fácilmente por lo que puede ser empleada en terrenos muy deteriorados.

Uso en agroforestería

En algunas ocasiones se utilizan como cercos vivos en la delimitación de parcelas agrícolas, así como de linderos.

Literatura citada

Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.

Pizzetti, M. 2003. Guías de la naturaleza: cactus. 3ª Ed. Grijalbo. Trad. M. Serrano y F. Vallespinos. Barcelona. 383 p.

Cylindropuntia xpallida

Se le conoce como alfilerillo, cholla, tasajo, cardón.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Cylindropuntia xpallida* (Rose) Knuth in Backbec, pertenece a la familia de las cactáceas.

Datos geográficos

Nativa de México. Es una especie nativa de México. Se encuentra en el estado de Querétaro, Hidalgo, Chihuahua y Valle de México (Scheinvar, 2004).

Características fenotípicas

De acuerdo con Scheinvar (2004) *C. xpallida* se caracteriza por lo siguiente:

Es una cactácea arbustiva de 40 a 60 cm de altura, muy ramificada (Figura 23).



Figura 23. Ejemplar de *Cylindropuntia xpallida* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Posee un tallo principal corto, cubierto por una corteza escamosa que se descascara con facilidad. Cladodios verticilados. Tubérculos imbricados, que son casi circulares y poco prominentes. Con espinas presentes en cada areola, amarillentas, lustrosas por lo que tienen un aspecto dorado o plateado, divergentes muy entrelazadas entre sí, subuladas y con la base doblada, una vaina desarrollada las cubre.

Flores de 4 cm de largo y 2 cm de ancho; pericarpelo obcónico de 2.6 cm de largo. Tubérculos imbricados muy prominentes. Segmentos exteriores del perianto amarillo verdoso, los interiores son rosa claro con una banda mediana verdosa, largamente obovados; filamentos introrsos, los primarios blancos translúcidos y los secundarios de color rosa claro; ovario atrofiado; estilo blanco verdoso en la parte inferior y en la parte superior de color rosa de 1.9 cm de largo; 5 lóbulos del estigma color blanco. Florece de mayo a julio.

Fruto seco, atrofiado, con la forma y tamaño del pericarpelo. Semillas atrofiadas.

Interacciones

Especies vegetales

Crece en el matorral xerófilo crassicaule y micrófilo, en el bosque tropical caducifolio y en pastizales.

Es una especie híbrida (posiblemente de una cruce entre *O. imbricata* y *O. tunicata*, por lo que es muy vigorosa y agresiva y muchas veces invasora (Scheinvar, 2004).

Especies animales

Sus espinas se clavan fácilmente en la piel de animales silvestres ocasionándoles heridas que pueden infectarse. Sus cladodios se adhieren fácilmente a su pelaje y así son dispersados facilitando su expansión.

Requerimientos

Son muy resistentes a la sequía y requieren de exposición plena al sol. Soporta temperaturas extremas; desde -5°C hasta más de 40°C. Crece en suelos muy pobres, sómicos, tolera la pedregosidad, pero invade rápidamente los terrenos fértiles siempre y cuando estén bien drenados, tolera el pH alcalino. Se desarrolla en altitudes que van de los 1 800 a 2000 m (Scheinvar, 2004).

Usos

Combustible

Los artículos se almacenan hasta que se secan por completo y se utilizan para encender fogatas, produciendo una flama larga y duradera.

Ornamental

Se puede emplear en jardines de cactáceas, sin embargo debe ser con precaución por el peligro de invasión que representa.

Otros

Religioso

Se utilizaba para producir daño sobre la piel como un tipo de penitencia.

Servicios ambientales

Se le considera fijadora del suelo por lo que evita la erosión.

Uso en agroforestería

Es utilizada a modo de cerco vivo e implementada en lo alto de bardas de piedra para incrementar su eficiencia (Figura 24).



Figura 24. *C. xpallida* empleado como cerco vivo en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Literatura citada

Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.

Dasyllirion acrotriche

Se le conoce como sotol o cucharilla y de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 se encuentra bajo la categoría de riesgo de especie Amenazada (Diario Oficial de la Federación, 2002).

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Nolinaceae. Su nombre científico es *Dasyllirion acrotriche* (Schiede) Zucc.

Sinonimia

Dasyllirion acrotrichum (Schiede) Zucc.

Datos geográficos

Es una especie endémica de México. Se distribuye en los estados de Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz (Arias *et al.*, 2000).

Características fenotípicas

Roseta suculenta, de 0.4 a 2 m de altura, tallo no ramificado; hojas de 30 a 75 cm de largo por 5 a 18 mm de ancho, algo flexibles, de color verde claro, con el ápice provisto de un mechón de fibras, margen aserrado y provisto de espinas recurvadas (Figura 25).



Figura 25. Ejemplar de *Dasyllirion acrotiche* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Inflorescencia de 2 a 6 m de longitud, pedicelos de 1.5 a 2.5 mm de longitud en el fruto, bractéolas de márgenes denticulados; flores escarosas de color blanco, blanco-amarillento o blanco verdosas, márgenes de los segmentos del perianto denticulados (Figura 26). El fruto es una cápsula de 6 a 7.5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro, semillas obovoides, de 3 a 3.5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro, de color café rojizo (Arreguín, 1997).



Figura 26. Escapo floral de *D. acrotriche*.

Interacciones

Convive con especies del matorral xerófilo, algunas de ellas son: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *D. longissimum* (junquillo) y *Hechtia glomerata* (guapilla) (Rzedowski, 1978).

Requerimientos

No existen datos específicos disponibles sobre los requerimientos de esta especie, sin embargo se puede tener una aproximación de éstos al conocer las condiciones que se presentan en las comunidades vegetales en las que se desarrolla *D. acrotriche*. El rango de altitud en el que se presentan va de los 0 a 1 900 m, la

precipitación de 200 a 1 200 mm, la temperatura mínima es de 0°C, con suelos someros o profundos, pedregosos, de pH neutro a alcalino, de arenosos a arcillosos. Arias *et al.* (2000) reporta que generalmente se ubica en las pendientes de los cerros y Mielke (1993) indica que son tolerantes al frío y a la sequía, prefieren los suelos bien drenados y la exposición solar.

Usos

Alimento

En ocasiones su flor tierna se utiliza para consumo humano.

Construcción

Sus hojas son empleadas para techar cabañas rústicas.

Combustible

El centro del tallo se utiliza como leña cuando está seco.

Medicinal

Sus pencas son empleadas en caso de picadura de serpientes o arañas capulinas (Sánchez-González *et al.*, 2008)

Ornamental

En algunas ocasiones se emplea para decorar jardines.

Otros

Artesanías

Sus hojas se emplean en la elaboración de tapetes y canastas.

Usos en la agroforestería

Esta especie puede ser cultivada como vegetación en contornos, cerco vivo, barreras rompeviento, lotes multipropósito y cultivos en fajas.

Literatura consultada

- Arias T., A. A., M. T. Valverde V., J. Reyes S. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología para el Desarrollo Sostenible, A. C. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 80p.
- Arreguín S., M. L., G. Cabrera L., R. Fernández N., C. Orozco L., B. Rodríguez C., M. Yopez B. 1997. Introducción a la Flora del Estado de Querétaro. CONCYTEQ. 361p.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 85 p. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>. Consultado el [10/09/11].
- Mielke, J. 1993. Native Plants for Southwestern Landscapes. Universidad of Tezas Press. 310 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 373 p.
- Sánchez-González A., D. Granados-Sánchez y R. Simón-Nabor. Uso medicinal de las plantas por los otomíes del municipio de Nicolás Flores, México. Revista Chapingo. Serie horticultura. 14(3):271-279.

Dasyllirion longissimum

De acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 se encuentra bajo la categoría de riesgo de especie Amenazada (Diario Oficial de la Federación, 2002).

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Dasyllirion longissimum* Lem. y pertenece a la familia Nolinaceae.

Datos geográficos

Endémica de México. Se le encuentra en Nuevo León, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo (Arreguín, 1997).

Características fenotípicas

Roseta suculenta, provista de un tallo grueso, no leñoso, de 1 m a 2 m de alto. Hojas angostas y lineales de 3 de mm a 8 mm de ancho y 2 m de largo; no terminan en brochas, son verde opaco, con las puntas siempre secas, de sección rómbica o cuadrada, lisas con las orillas pigmentadas, con muy pocas elevaciones, distantes de 10 mm a 30 mm, representando las espinas de las otras especies. Inflorescencia de 2 m a 6 m de alto; perianto segmentado de 3 mm a 4 mm de largo. Fruto ancho, ovoide o elíptico, de 5 mm a 8 mm por 7 mm a 10 mm. Semilla de 3 mm a 4 mm (López, 2005; Arreguín, 1997) (Figura 27).



Figura 27. *Dasyllirion longissimum* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Requerimientos

Ver *Dasyllirion acrotriche*.

Usos

Construcción

Con las pencas de especie se hacen atados que se utilizan para techar cabañas rústicas (Figura 28).



Figura 28. *D. longissimum* empleado para techar una cabaña rústica.

Otros

Artesanías

Las hojas pueden también emplearse para elaborar tapetes o canastos, así como adornos para fiestas religiosas, especialmente en Semana Santa, dónde se utiliza la parte más ancha de la hoja para hacer coronas.

Usos en la Agroforestería

Puede implementarse dentro de lotes multipropósito, en fajas de cultivos, barreras rompeviento y vegetación en contorno.

Literatura citada

Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 85 p. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>. Consultado el [10/09/11].

- López B., L. A. 2005. El sotol en Coahuila, potencialidades y limitaciones. En: Bebidas y regiones: historia e impacto de la cultura etílica en México. Contreras D., C. y Ortega R., I. (Coords). México.
- Arreguín S., M. L., Cabrera L., G., Fernández N., R., Orozco L., C., Rodríguez C., B., Yopez B., M. 1997. Introducción a la Flora del Estado de Querétaro. CONCYTEQ. 361p.

Echinocactus platyacanthus

Es conocida como Biznaga o Biznaga dulce. Es una especie sujeta a protección especial de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 (Diario Oficial de la Federación, 2002).

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Cactacea. Su nombre científico es *Echinocactus platyacanthus* Link y Otto.

Sinonimia

Echinocactus grandis Rose

Echinocactus helophorus Lem.

Echinocactus ingens Zucc. ex Pfeiff.

Echinocactus ingensvisnaga (Hook.) K. Schum.

Echinocactus karwinskii Zucc. ex Pfeiff.

Echinocactus palmeri Rose

Echinocactus platyacanthusgrandis (Rose) Bravo

Echinocactus platyacanthusvisnaga (Hook.) Bravo

Echinocactus saltillensis Hort.

Echinocactus visnaga Hook.

Datos geográficos

Especie endémica de México que se distribuye en el desierto chihuahuense y los valles intermontanos y barrancas profundas de los estados de Hidalgo y Querétaro (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Características fenotípicas

Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991) proporcionan la siguiente descripción: Cactácea globosa, con la edad cilíndrica, hasta toneliforme. Los ejemplares adultos miden de 50 cm a 2 m de altura y de 40 a 80 cm de diámetro, de color verde oscuro o algo glauco, cuando jóvenes presentan bandas horizontales de color rojizo purpúreo; ápice hundido, con abundante lana amarillenta que forma una amplia zona circular o elíptica. Costillas gruesas y duras, el número aumenta con la edad, llegan a tener más de 60 en las formas columnares viejas, con vértice agudo, base más o menos ancha y surcos intercostales profundos. Las Aréolas, en los ejemplares jóvenes, distantes entre sí de 1 a 3 cm; en los ejemplares adultos, contiguas o confluentes, circulares hasta elípticas, de unos 12 mm de diámetro, las del ápice con abundante lana amarillenta (Figura 29).



Figura 29. Ejemplar de *Echinocactus platyacanthus* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Las espinas son grandes y gruesas, subuladas o más o menos aplanadas, estriadas transversalmente, al principio son amarillentas o algo rojizas, después castañas y al final negruzcas. Espinas radiales en los ejemplares jóvenes, 8 a 10, dispuestas

cuatro arriba y cuatro abajo de la aréola, de 3 a 4 cm de longitud, con el tiempo se reducen en número hasta desaparecer. Espinas centrales 4, dispuestas en cruz, a veces por reducción hasta 1, de 5 a 10 cm de longitud, la inferior y a veces la superior generalmente más largas, más o menos aplanadas y con la base algo engrosada, rectas o algo curvas, estriadas transversalmente, las 2 laterales más o menos horizontales, la inferior dirigida hacia abajo, la superior porrecta.

Flores numerosas que emergen entre la lana del ápice, diurnas, de 5 a 7 cm de diámetro, color amarillo intenso. La floración es principalmente en los meses de abril a agosto, comienzan a florear cuando tienen cerca de 30 cm de diámetro (Sánchez *et al.*, 2006).

Fruto seco, oblongo, de 5 a 7 cm de longitud, amarillento, con numerosas escamas angostamente lineares, escariosas, con lana y pelos axilares que cubren la pared del fruto. Fructifica entre junio y noviembre (Figura 30).



Figura 30. Fruto de *E. platyacanthus*.

Semillas de 2.5 mm de longitud; testa negra, brillante.

Interacciones

Crece dentro de la vegetación integrada por matorrales desérticos rosetófilos y micrófilos (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Requerimientos

De acuerdo a Rivera (2005) se distribuye desde los 1,500 a 1,900 msnm. En pendientes de hasta 40° en suelos de origen cálcico con baja o alta pedregosidad (80 %).

Cultivo

Propagación

Sánchez *et al.* (2006) recomiendan propagar la especie de la siguiente manera:

Primero se debe dejar que el fruto seque completamente para quitar los residuos. Posteriormente desinfectarlas con hipoclorito de sodio comercial por 10 minutos o escarificarlas con ácido sulfúrico por 5 minutos; las semillas escarificadas germinaron en un 99%, en sólo 5 días, mientras que en las desinfectadas se registró un porcentaje de germinación del 97% en 20 días. Enjuagarlas con agua simple, secarlas y sembrarlas esparcidas, sobre la superficie de un sustrato húmedo y estéril dentro de charolas plásticas cerradas herméticamente para mantener una humedad relativa del 100%. El trasplante a charolas de cavidades se puede hacer a los pocos días de la germinación. A partir de los 5 meses puede efectuarse el traslado a maceta.

Así mismo señalan que la reproducción asexual es muy difícil ya que prácticamente no produce brotes.

Usos

Alimento

A partir de la pulpa que se obtiene del tallo de esta plata se prepara un dulce tradicional que se conoce como acitrón. Cabe señalar que para ello se retira la planta completa del campo, por lo tanto este uso representa su muerte así como su sobreexplotación ahora clandestina pues la normatividad es ignorada.

Las flores también son comestibles y se preparan en diversos guisos.

Forraje

Los animales pueden consumir esta especie, en ocasiones solamente se le corta el ápice para que las cabras la consuman directamente en el campo, o bien se corta la planta completa y se puede partir por la mitad y ofrecerles sólo la pulpa.

De acuerdo al análisis bromatológico realizado por Prado (1995) contiene 67.22% de humedad y sólo 0.36% de proteína, 0.863% de Fibra cruda y 2.75 % de ceniza; lo cual hace que la importancia de esta especie como forraje no radique en su aporte alimenticio, si no en la fuente de líquido que representa sobre todo en la temporada seca.

Ornamental

Es una especie muy apreciada como ornamental tanto en jardines de cactáceas como hogares, pero sobre todo por los coleccionistas de cactáceas principalmente extranjeros, siendo más solicitadas las de mayor tamaño y por su lento crecimiento tardan años en alcanzarlo. Por este motivo son presa de la extracción inadecuada de su hábitat natural, impactando las poblaciones de biznagas con una reducción directa y a largo plazo al depredar los ejemplares en edad reproductiva.

Otros

Lana del ápice

La lana del ápice se utilizaba para rellenar almohadas y colchones.

Espinas

Así mismo sus espinas pueden tener diversos usos, por ejemplo para peinar el ixtle obtenido del maguey.

Usos en la agroforestería

Esta especie tiene potencial para establecerse en lotes multipropósito, en huertos familiares, en fajas de cultivos, como cerco vivo y como vegetación en contornos.

Literatura citada

- Bravo-Hollis, H. y R. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México. 404 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 85 p. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>. Consultado el [10/09/11].
- Prado G., J. 1995. Micropropagación extensiva y análisis bromatológico de *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto. Servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana <http://148.206.53.231/UAM21019.PDF>.
- Rivera S., A., 2005. Análisis del disturbio ambiental en poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto. Servicio social. Universidad Autónoma Metropolitana <http://148.206.53.231/UAMI12805.PDF>
- Sánchez-Martínez, E., R. J. Chávez-Martínez, J. G. Hernández-Oria y M. M. Hernández-Martínez. 2006. Especies de cactáceas prioritarias para la conservación en la zona árida queretano hidalguense. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro, Querétaro. 98 p.

Echinocereus cinerascens

Se le conoce como Kowa o agrita.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Cactaceae y su nombre científico es *Echinocereus cinerascens* (D.C.) Ruempler.

Datos geográficos

Nativa de México. Se le encuentra en los estados de Querétaro, Hidalgo, Chihuahua, San Luis Potosí, hasta Coahuila, Tamaulipas y Distrito Federal (Scheinvar, 2004).

Características fenotípicas

Cactácea cespitosa, ramificada en la base, formando colonias de hasta 1.5 m de diámetro, rupícola, colgante o terrestre. Tallo cortamente cilíndrico, al principio erecto, después semipostrado pero con el ápice erguido, de 10 a 50 cm de longitud por 3.5 a 10.5 cm de diámetro, de color verde con la base parda o grisácea (Figura 31).



Figura 31. Ejemplar de *Echinocereus cinerascens* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

De 5 a 12 costillas gruesas, obtusas, tuberculadas. Aréolas circulares, distantes entre sí de 1 a 3 cm, con lana blanca o grisácea, caduca (Scheinvar, 2004; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Espinas radiales 7 a 11 aciculares, de 12 a 20 mm de longitud, de color blanco o blanco amarillento y algo vitreas. Espinas centrales 1 a 8, de 15 a 25 mm de longitud, blanco amarillentas o con leves matices castaños (Scheinvar, 2004; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Flores de 5 a 8 cm de longitud, de color rosa, lila o púrpura, a veces con la base de los segmentos blanquecina. Florece de marzo a mayo (Scheinvar, 2004; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Fruto globoso a subgloboso, de alrededor de 3 cm de longitud, provisto de escamas pequeñas con axilas que llevan espinas aciculares de cerca de 15 a 20 mm de longitud. Fructifica de julio a agosto (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Semillas de color castaño rojizo oscuro, obvoides a subglobosas, de 1.5 a 1.8 mm, testa verrucosa (Scheinvar, 2004).

Interacciones

Comparte el hábitat con especies propias de matorrales xerófilos crasicaules y micrófilos (Scheinvar, 2004).

Guevara-Guerrero *et al.* (2011) encontró que presenta relaciones con hongos endomicorrícicos vesículos-arbuscular.

Requerimientos

Se desarrolla en una altitud que va de los 1 800 a los 2 200 m (Scheinvar, 2004).

Usos

Alimento

El fruto es consumido en fresco para mitigar la sed.

Medicinal

La infusión preparada con los tallos de esta especie se usa en gárgaras para calmar el dolor de garganta.

Ornamental

Sus vistosas flores le otorgan una importancia ornamental (Scheinvar, 2004).

Servicios ambientales

Son importantes para ayudar a retener el suelo gracias a sus raíces superficiales y extendidas (Scheinvar, 2004).

Usos en la agroforestería

Puede implementarse como vegetación en contorno, en lotes multipropósito, en huertos familiares o como cultivo en fajas.

Literatura citada

- Bravo-Hollis, H. y R. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México. 404 p.
- Guevara-Guerrero, G., J. García J., P. Almaguer-Sierra, y J. G. Martínez-Ávalos. 2011. Determinación del estatus micorrícico de once especies de cactáceas del municipio de Tula, Tamaulipas, México. *TecnoINTELECTO*, 8 (1):16-19.
- Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.

Ferocactus hirtix

Se le conoce como biznaga y está bajo la categoría de Protección especial de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 (Diario Oficial de la Federación, 2002).

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Cactaceae y su nombre científico es *Ferocactus hirtix* (D.C.) Lindsay.

Sinonimia

Echinocactus hirtix DC, Mém. Mus. Hist. Nat. Paris

Echinocactus coulteri Don, Gen. Gard.

Echinocactus oxypterus Zucc, ex Pfeiffer, Enum. Cact.

Echinocactus electracanthus Lem., Cact. Aliq.

Datos geográficos

Endémica de México. Se distribuye en los estados de Puebla, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes, Durango, Zacatecas y Jalisco (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Características fenotípicas

Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991) la describen como una cactácea globosa hasta subovoide, de alrededor de 50 cm de altura y diámetro, a veces alcanza 1 m de altura; ápice algo aplanado y tomentoso. Costillas poco tuberculadas de 20 a 38, rectas, agudas, de 2 a 3 cm de altura (Figura 32).



Figura 32. Ejemplar de *Ferocactus histrix* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Aréolas distantes entre sí 2 a 3 cm, ovales, de 2 cm de longitud, cuando jóvenes con tomento amarillento, después grisáceo.

Espinas gruesas, amarillas en su totalidad o con tinte rojizo hacia la base, a veces con el tiempo de color castaño. Espinas radiales 8 o más, ligeramente curvas, más cortas que la central, radiadas. Espina central 1, hasta de 9 cm de longitud, recta o ligeramente curva.

Flores campanuladas, de 3.5 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro, amarillas.

Fruto cortamente elipsoide, de unos 2 cm de diámetro, blanco, de paredes delgadas, translúcidas, delicuescente, comestible. Su época de floración es de marzo a agosto.

Semillas pequeñas, de 1 mm de longitud, de color castaño oscuro.

Interacciones

Sus flores y frutos son consumidos por diversas especies, entre ellas el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) quien se alimenta de los frutos maduros e inmaduros de ésta especie (Nava-Vargas *et al.*, 1999).

Cultivo

Propagación

Sus frutos contienen gran cantidad de semillas, pero también de pulpa. Para separar la semilla se puede someter al fruto a un proceso de licuado, pero se pierden varias semillas. Otra manera es dejar secar el fruto por varias semanas hasta que puedan pulverizarse con un machacado suave y así extraer las semillas.

Las semillas se desinfectan con hipoclorito de sodio comercial, durante 5 minutos en una solución al 25% y se lavan con agua corriente. La siembra se realiza superficialmente dentro de cámaras herméticas, sobre un sustrato estéril con humedad al 100% y una temperatura en el día de 26°C y por la noche de 15°C. La germinación alcanza el 90% en un periodo de 15 días. Se transplantan a charolas de cavidades después de 8 semanas. Para el sexto mes se pueden transplantar a una maceta.

Es preferible la propagación sexual que la asexual, pues así se evita lastimar el cuerpo de las plantas (Sánchez-Martínez, 2006).

Usos

Alimento

Sus frutos se consumen en fresco, en ocasiones se emplean en la elaboración de aguas frescas y helados. Este uso pone en peligro su reproducción pues disminuye el número de estructuras reproductivas.

De acuerdo a Pérez-Gutiérrez y Mota (2001) los frutos de esta especie tienen fuertes efectos antidiabéticos en animales diabéticos, por lo que puede ser empleado en la prevención y tratamiento de la diabetes en humanos.

Su tallo también puede ser utilizado para la elaboración del acitrón.

Forraje

Los animales también pueden consumir esta especie directamente del campo, o picada.

Medicinal

Se recomienda contra la diabetes, se toma su tallo en decocción.

En cataplasmas se usa para aliviar quemaduras e inflamaciones externas.

Ornamental

Esta especie al igual que muchas otras cactáceas es requerida como adorno de jardines de cactáceas y por coleccionistas de éstas, muchas veces son extraídas directamente de su medio.

Otros

Espinas

Sus espinas son utilizadas para peinar el ixtle del maguey sin necesidad de cortarlas.

Uso en agroforestería

Esta especie puede establecerse en lotes multipropósito, en huertos familiares, en fajas de cultivos, como cerco vivo y como vegetación en contorno.

Literatura citada

- Bravo-Hollis, H. y R. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México. 404 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 85 p. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>. Consultado el [10/09/11].
- Nava-Vargas, V., J. D. Tejero-Diez y C. B. Chávez-Tapia. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo en Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología 70(1):51-63.
- Pérez-Gutiérrez, R. M. y J. M. Mota F. 2010. Attenuation of hyperglycemia and hyperlipidemia in streptozotocin-induced diabetic rats by chloroform extract of fruits of *Ferocactus latispinus* and *Ferocactus hystrix*. Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat 9(6):475 – 484.
- Sánchez-Martínez, E., R. J. Chávez-Martínez, J. G. Hernández-Oria y M. M. Hernández-Martínez. 2006. Especies de cactáceas prioritarias para la conservación en la zona árida queretano hidalguense. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro, Querétaro. 98 p.

Fouquieria splendens

Se le conoce como ocotillo o albarda.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Fouquieria splendens* Engelm. y pertenece a la familia Fouquieriaceae.

Datos geográficos

Es nativa de México. Se le encuentra en las zonas áridas, principalmente de los estados de Sonora, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Tamaulipas, Hidalgo y Querétaro (Mason y Mason, 1987).

Características fenotípicas

Es un arbusto que puede llegar a medir hasta 3 m de alto y extenderse hasta más de 4 m de ancho. Tronco basal corto que se ramifica desde la base con numerosos tallos rectos o curvados con espinas (Figura 33).



Figura 33. Ejemplar de *Fouquieria splendens* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Hojas agrupadas en fascículos, cáducas, carnosas, de ovolanceoladas a ovadas, de 10 a 25 mm de longitud (Figura 35).



Figura 34. Hojas de *F. splendens*.

Sus flores se agrupan en una panícula terminal, son de color rojo brillante. Florea de marzo a noviembre.

El fruto es una cápsula pequeña con semillas aladas de color blanco (Martin y Hutchins, 1980).

Interacciones

Especies vegetales

Crece en mezquiales, pastizales y matorral desértico micrófilo.

Especies animales

Los hábitats dominados o codominados por ocotillo son importantes para especies de venados, tales como el venado cola blanca, que la consume principalmente en los años de sequía (Anthony, 1976, citado por Matthews, 1994).

El ocotillo es también consumido por el borrego cimarrón en las montañas Harquahala en Arizona (Seegmiller *et al.*, 1990, citado por Matthews, 1994).

Las aves del Organ Pipe National Monument utilizan el ocotillo como forraje (Parker, 1986, citado por Matthews, 1994).

Fuego

Debido a la resina y cera que contiene la corteza del ocotillo se puede quemar muy fácilmente, además sus plántulas no sobreviven en áreas recién quemadas. Sus raíces pueden rebrotar después de un incendio, sin embargo su capacidad de germinación dependerá de la severidad de éste (Vines, 1984; Zedler, 1981; Warren *et al.*, 1992, citados por Matthews, 1994).

Requerimientos

Crece en suelos poco profundos, bien drenados, de origen calizo, aunque no se limita sólo a estos, tolera la pedregosidad. Se desarrolla bien desde el nivel del mar y hasta los 2 000 m de altitud (Mason y Mason, 1987).

Cultivo

Su reproducción puede ser tanto sexual como asexual; sin embargo, su reproducción asexual no resulta fácil y la sexual es algo lenta (Zedler, 1981 citado por Matthews, 1994).

Usos

Construcción

Su madera es utilizada para la elaboración de artesanías. También son cortados sus tallos y vendidos en rollo para elaborar cercas plantándolos muy juntos.

Forraje

Las hojas son fuente de forraje para el ganado caprino en pastoreo, sin embargo no es de mucha importancia por el poco tiempo que las hojas permanecen en la planta.

Un estudio realizado sobre el valor nutricional de muestras de esta especie colectada en las montañas Harquahala en Arizona arrojó los siguientes resultados y se muestra en el Cuadro 3 (Seegmiller *et al.*, 1990 citado por Matthews, 1994):

Cuadro 3. Análisis bromatológico de *F. splendens*.

Período	Materia seca	Proteína Cruda	Fibra Detergente Neutra	Fibra Detergente Ácida
(%)				
Enero-Febrero	27.46	20.50	14.22	14.22
Marzo- Abril	13.10	17.20	22.83	10.79
Mayo-Junio	35.33	12.69	15.90	11.15
Julio-Agosto	39.24	17.35	17.68	13.09
Septiembre-October	30.00	5.91	15.18	13.35

Fuente: Elaboración propia a partir de Seegmiller *et al.*, 1990 citado por Matthews, 1994.

Ornamental

Es uno de sus principales usos, ya que es una especie con una vistosa flor que no requiere de muchos cuidados.

Medicinal

Las raíces eran pulverizadas por los indios Apaches y se utilizaban para tratar heridas e inflamaciones dolorosas, también se bañaban en una mezcla elaborada con ésta para aliviar la fatiga. Las flores se empleaban para elaborar una bebida que alivia la tos (Vines, 1984).

Uso en la agroforestería

Se usa como cerco vivo en la delimitación de terrenos en las zonas rurales, también sirve como barrera rompevientos.

Literatura citada

- Martin, W.C. y C.R. Hutchins. 1980. A Flora of New Mexico. Strauss & Cramer, Hirschberg, Germany. 2,592 p.
- Mason, C.T. y P.B. Mason. 1987. A handbook of Mexican roadside flora. The University of Arizona Press, Tucson, AZ. 380 p.
- Matthews, Robin F. 1994. *Fouquieria splendens*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Disponible en: <http://www.fs.fed.us/database/feis/>. Consultado el [17/10/11].
- Vines, R. A. 1984. Trees, shrubs and woody vines of the shouthwest of Texas, Austin. University of Texas Press, 1104 p.

Jatropha dioica

Tiene varios nombres comunes: sangre de grado, sangregado, drago, teocote, torote prieto.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Jatropha dioica* Cerv. y pertenece a la familia Euphorbiaceae.

Sinonimia

Jatropha spathulata (Ortega)

Datos geográficos

Es una planta nativa de Norteamérica, se extiende del suroeste de Estados Unidos de América a México (Anónimo, 1987). En México se distribuye en los estados de Puebla, Oaxaca, Hidalgo, San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa a Tamaulipas, Baja California, en el Valle de México, Querétaro, Guanajuato y Coahuila (Ramírez y Alcocer, citados por Martínez, 1979).

Características fenotípicas

J. dioica es un arbusto dioico que posee las siguientes características (Martínez, 1992; Anónimo, 1987; Rzedowski, 1985; Blanco, 1983).

Tiene tallos suculentos, gruesos y redondos; marcados por las cicatrices que dejan las hojas al caer; tienen una textura gomosa, son resistentes y lo suficientemente flexibles para anudarlos sin romperse; se curvan ligeramente desde la base del rizoma subterráneo del que emergen; simples o escasamente ramificados; durante el invierno simplemente parecen estacas enterradas; de color gris a rojizo. Se extienden de manera subterránea hasta llegar a formar colonias de hasta 1 m de ancho. Contienen un jugo claro que al contacto con el aire se vuelve rojizo y al caer

en la ropa produce una mancha persistente semejando la sangre, de ahí su nombre (Figura 35).



Figura 35. Ejemplar de *Jatropha dioica* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Las hojas se encuentran grupos subsésiles; deciduas; espatuladas o lineares, a veces lobuladas; de borde entero; ensanchándose en la punta; venación sobre todo en el envés; de 1 a 7 cm de largo, dependiendo de la variedad. Estípulas subulado-lanceolado de alrededor de 2.5 mm de largo, pronto deciduas.

Sus rizomas son de color naranja, de hasta 0.90 m y se encuentran enterrados.

Las flores son masculinas y femeninas están en plantas separadas. Las flores femeninas con el cáliz mayor que la corola, ovario trilocular generalmente con dos semillas, florecen alrededor de septiembre. Flores masculinas de corola monopétala, globosa-campanulada de color blanco a rojizo, con 10 a 13 estambres parcialmente unidos.

Las semillas son de color casi negro o café, con un tamaño de alrededor de 10 mm.

El fruto es una cápsula coriácea, de alrededor de 1 cm y contiene solamente una semilla.

Llega a tener hasta 1 m de altura. Como se aprecia en la Figura 36 pueden formar agrupaciones que se extienden también 1 m de ancho. Su apariencia es contrastante en época seca y en época de lluvias.



Figura 36. Agrupación de *Jatropha dioica*.

Interacciones

Esta especie no es comida por el ganado, y además ha presentado efectos tóxicos sobre los animales que la han consumido, observándose que es tóxica y sólo letal en dosis muy altas y prolongadas (García, 1997).

Requerimientos

Por lo general se encuentra en matorrales xerófilos de zonas desérticas y semidesérticas, pero también son componentes importantes de la selva baja caducifolia y llegan a penetrar en encinares contiguos y en sitios perturbados. (Blanco, 1983; Anónimo, 1987; Terrones, 2006).

Se desarrolla desde climas cálidos subhúmedos a semiáridos. Puede resistir temperaturas bajo cero.

Crece bien en suelos pedregosos, desde arenosos hasta arcillosos, con buen drenaje; con un pH ligeramente ácido, pero se adapta bien a suelos ligeramente alcalinos.

Su rango de distribución altitudinal va de los 5 m a los 2 300 m.

Cultivo

Propagación

Se puede reproducir mediante esquejes y también por medio de los rizomas, aunque no se obtienen muy buenos resultados debido al látex de la planta. En el invierno se pueden tomar esquejes de la planta y dejarlos secar de la parte del corte para evitar el exudado. Los mejores resultados se han obtenido en la reproducción por medio de semillas.

La siembra se debe de realizar a aproximadamente 1cm de profundidad y la semilla debe cubrirse con arena.

Manejo en vivero: Se recomienda realizar ligeros riegos antes de la emergencia; primero diariamente hasta que se disminuyan a cada tercer día.

Usos

Combustible

Sus ramas secas son empleadas como combustible. Pertenece al género *Jatropha* del que se conoce la extracción de su aceite para emplearlo como bioenergético.

Medicinal

Con la raíz se prepara una infusión alcohólica, también se menciona que se puede hervir o macerar en agua. El producto es empleado en gárgaras para afirmar los dientes y combatir la peridontitis (Mendoza, 1990; Sánchez, 1981; Cantúa, 1987). O bien, simplemente masticada se utiliza contra el dolor de muelas y para afirmar los

dientes (Lara y Márquez, 1996). De acuerdo con una investigación del efecto de la aplicación local de un extracto alcohólico diluido con agua al 50%, en 6 pacientes con periodontosis o movilidad dentaria durante un periodo de 2 meses. Se obtuvo una reducción del 80% en la movilidad dentaria de los pacientes (BDMTM, 2009).

Los tallos masticados se usan para amacizar los dientes y evitar el sangrado de encías. Villareal *et al.* (2006) señala la relevancia del potencial para la obtención de fármacos de origen natural para el tratamiento de enfermedades periodontales pues encontraron que el extracto etanólico del tallo de *J. dioica* tiene un efecto bactericida sobre *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Neisseria* y *Branhamella* y una Enterobacteria; y dos anaerobias facultativas: *Streptococcus intermedius* y *Actinomyces israelí*, las cuales son reportadas en áreas subgingivales y gingivales.

Se aplica en forma de gárgaras para aliviar la inflamación de garganta (Mendoza, 1990), contra la amigdalitis (González, 1979).

La raíz se puede macerar y aplicarse directamente sobre granos o mezquinos. Como infusión se usa en lavados para curar heridas y diversas afecciones de la piel, también se aplica en várices (González, 1979).

Para las heridas se hierven los tallos, se machacan y se aplica directamente sobre la parte afectada. Debido a que el látex de la planta es auxiliar en la cicatrización de heridas pueden ser cortados los brotes del tallo y así tomar el líquido que salga, y con un algodón aplicarlo sobre la herida (García, 1997). También se reporta su uso para el tratamiento de cáncer de piel (Lara y Márquez, 1996).

En infusión, tomada, se emplea contra la disentería y como desinflamante de la mucosa intestinal (Martínez, 1992; González 1988). Contra la estomatitis, gastroenteritis y nefritis (Cabrera, 1943, citado por Sánchez, 1981).

Silva *et al.* (2004) evaluaron la actividad de *J. dioica* sobre bacterias de importancia médica y encontraron que los extractos obtenidos de la raíz tienen un efecto antibiótico sobre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*.

A diferencia de los extractos del tallo que no presentaron mucha actividad sobre las cepas probadas, solamente sobre *Bacillus cereus*.

Puede ser empleada cuando los animales están ciegos a causa de las espinas que pueden introducirseles en el campo. Se machaca la raíz, poniéndola en agua y aplicándola en la parte afectada (González, 1988). Así mismo puede ser empleado el látex que se extrae del tallo aplicándolo directamente en el ojo del animal.

La raíz se machaca en alcohol y se aplica sobre el cuero cabelludo para evitar la caída del cabello. El agua serenada del tallo y hojas se emplea para teñir el cabello cano (Terrones, 2006). También puede ser macerada en agua o hervida y aplicarla para controlar la caspa, la caída del pelo y granos en la cabeza. Las personas utilizan solamente una parte de las raíces de la planta lo cual le permite seguir las utilizando posteriormente. De 1 kg de raíz se pueden obtener hasta 10 litros de shampoo (Márquez, 2007).

Se reporta su uso en casos de escorbuto, hemorroides, congestión renal, uretritis blenorragica, vaginitis (Martínez, 1992; Cabrera, 1943, citados por González, 1979).

Otros

Apicultura

Durante la floración es útil para los apicultores, pues debido a su néctar las flores atraen insectos polinizadores (Terrones, 2006).

Artesanías

Por su flexibilidad y resistencia los tallos son usados para elaborar canastos (Terrones, 2006).

Taninos

Por su alto contenido de taninos es una especie utilizada para curtir pieles, incluso ha sido exportada con este propósito (Standley, 1992).

Colorantes

Se extraen colorantes de las cenizas de la raíz y de sus ramas (Terrones, 2006).

Servicios ambientales

Por su tolerancia al sol, su resistencia a altas temperaturas y a la sequía, puede ser empleada como colonizadora en la restauración de sitios, pues es una especie que se puede desarrollar donde otras difícilmente lo harían. Además esta planta aporta considerablemente materia orgánica al suelo.

Estas plantas favorecen la infiltración de agua de lluvia, controlan la erosión, regeneran suelos, reducen la contaminación ambiental, sirven de cercos vivos, como ornamentales y de refugio y alimento de fauna silvestre (Terrones, 2006).

Usos en la agroforestería

Puede ser utilizado como cerco vivo, vegetación en contorno, en huertos familiares, cultivos en fajas y lotes multipropósito.

Literatura consultada

Anónimo, 1987. Selecciones, Plantas medicinales: virtudes insospechadas de plantas conocidas. Readers digest. México.

BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?_mo=moe Consultado el [11/10/11].

Blanco M. E., 1983. Manual de Plantas Tóxicas del estado de Chihuahua. Centro Librero la Prensa, S. A. de C. V. Chihuahua.

Cantúa S., S. 1987. Evaluación de calidad del extracto tánico de la cañagria (*Rumen himenosephalus*) mediante pruebas de curtido. Universidad de Sonora. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

- García A., J. G. 1997. Pruebas de calidad en piel utilizando sangre de drago (*Jatropha dioica*) Vs. quebracho (*Schinopsis balansae*) en un proceso de curtación mixto. Tesis profesional. Uruza, México.
- González F., M. M. 1979. Plantas Medicinales y su uso empírico en los municipios de Mina y Anahuac. Tesis profesional. Nuevo León México.
- González L., C. R. 1988. Estudio preliminar del uso y aprovechamiento de especies vegetales en los municipios de Ramoz Arispe y Parras. Tesis profesional. Coah. México.
- Lara O., F. y Márquez A., C. 1996. Plantas Medicinales de México. Universidad Autónoma de México. México.
- Márquez B., E. 2007. La sangre de grado. CECADER. Boletín 36. Consultado el 15/03/10. Disponible en <http://www.cecader.gob.mx/boletin/b36/resenas/resena2.htm>.
- Martínez, M., 1992. Las Plantas medicinales de México. Sexta edición. Editorial Botas. México.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Primera edición. Fondo de cultura económica.
- Mendoza M., M. G. 1990. Estudio etnobotánico de especies medicinales de Matehuala, S. L. P. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Biología. México.
- Rzedowski, J. C. 1985. Flora fanerogámica del valle de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Silva B., S. Y.; Rivas M. C.; Oranday C., A.; Verde S. M. J.; Cruz V., D. E.; Carranza R., P. 2004. Determinación de la actividad antimicrobiana y citotóxica de las fracciones obtenidas de extracto hexánico de la raíz de *Jatropha dioica*. Revista de Salud Pública y Nutrición no. 18. Consultado el 01/04/10. Disponible en <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-3-2004/02.htm>.
- Sánchez C., E. 1981. La Herbolaria Medicinal. Su mercado en el área de Monterrey, Nuevo León. México un estudio etnobotánico. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.
- Standley, P. C., 1992. Trees and shrubs of Mexico. Contributions from the National Herbarium 23(2): 276-277.
- Terrones R., R.L.; Sánchez R., C. y Ríos R., S.A. 2006. Arbustivas nativas de uso múltiple en Guanajuato. Libro técnico.No. 1. INIFAP, Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto., México. 216 p.

Villarreal T., L.; Carranza T., I. E.; Mata C., B y Morales V., M. 2006. Análisis de susceptibilidad de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos aislados de pacientes con periodontitis, al extracto etanólico del tallo de *Jatropha dioica*. Revista de Salud Pública y Nutrición no 4. Consultado el 01/04/10. Disponible en [http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2006/ee-04-2006/documentos/salud_bucal](http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2006/ee-04-2006/documentos/salud_bucal.htm).htm.

Malva parviflora

Los nombres comunes son; malva, malva de quesitos.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Malva parviflora* L., pertenece a la familia Malvaceae

Datos geográficos

M. parviflora es una planta introducida originaria de Europa que se ha naturalizado ampliamente en varios países. Villaseñor y Espinosa, (1998) mencionan que se encuentran en los siguientes estados: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Características fenotípicas

Es una hierba perenne glabra o pubescente. Es de hábito de crecimiento erecto y llega a alcanzar hasta 1.5 m de altura. Las hojas son anchas de aproximadamente 10 cm de diámetro, tienen de 5 a 7 lóbulos. Tiene pequeñas flores blancas o rosadas que crecen en las axilas de las hojas, con pétalos de 4 a 6 mm de longitud. Los frutos son arrugados y tienen formas de pequeños quesos y poseen una sola semilla (University of California, 1998) (Figura 37).



Figura 37. Ejemplar de *Malva parviflora* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Interacciones

No es tóxica en humanos, pero se han reportado casos de envenenamientos serios y fatales en animales que la han comido junto con el pasto (BDMTM, 2009). Las semillas sirven de alimento para aves de corral.

Se ha registrado en cultivos de ajo, alfalfa, algodón, cebolla, chile, frijol, frutales, girasol, haba, hortalizas, maíz, manzana, nopal, papa, soya, tomate, tomate y uva. Es considerada una maleza (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Requerimientos

Es común en los suelos arcillosos húmedos (Parker., 1972), pero pueden crecer en diferentes tipos de suelos. Se distribuye en zonas de clima cálido, semicálido y templado, desde los 1000 m hasta los 3900 m (BDMTM, 2009).

Cultivo

Propagación

Se propaga por medio de la semilla.

Usos

Alimento

Los frutos tiernos se comen, las hojas son hervidas para consumirlas como quelite o bien consumirse en ensaladas mezclada con verduras.

Medicinal

Las hojas tiernas en cataplasmas se usan contra el salpullido, picaduras de insectos, quemaduras y para aliviar las molestias de los niños cuando les salen los dientes. El mucílago es usado como emoliente y protectora de la piel, alivia granos infectados llagas, heridas, úlceras, abscesos, picaduras de insectos, dermatitis, salpullido, hemorroides o cualquier tipo de lesión (Méndez, 2009).

Cualquier parte de la malva en cocimiento y aplicada sobre el área afectada se puede usar como desinflamante (BDMTM, 2009).

Las hojas, raíz, tallos, flores y semillas son bebidos como infusión para curar el catarro, también alivia la tos, inflamación de garganta, dolencias de los procesos respiratorios, dolor en el pecho, de los bronquios y de las anginas, también dolores de cabeza y cuerpo. Se emplea como antiinflamatorio de la mucosa del estómago, músculo liso, hígado, pulmones, la vejiga, el intestino, la boca, las encías, la garganta y las amígdalas y es útil contra la resequedad bucal y las úlceras estomacales e intestinales (Méndez, 2009; BDMTM, 2009).

Se consume o se toma en infusión para combatir el estreñimiento, es antidiarreica, antiparasitaria, indigestión, disentería, en general regula las funciones intestinales (Méndez, 2009; BDMTM, 2009).

Las ramas en cocimiento se usan en baños para bajar la fiebre, en lavados vaginales después del parto a para favorecer la salida de la placenta, para lavar los ojos y como relajante se aplica en la cabeza (BDMTM, 2009).

Las hojas frescas se tallan en la garganta cuando se presentan problemas respiratorios (BDMTM, 2009).

Se reporta su uso en el tratamiento de algunos padecimientos renales, hidropesía, regulación de la glándula tiroides y se menciona que es diaforética (Méndez, 2009; BDMTM, 2009).

Uso en agroforestería

Son útiles como vegetación en contorno y en huertos familiares.

Literatura citada

BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe> Consultado el [10/09/11].

Méndez H., A. 2009. Herbolaria Oaxaqueña para la salud. Instituto Nacional de las Mujeres. México. 141p.

Parker, K.F. 1972. An Illustrated Guide to Arizona Weeds. The University of Arizona Press, Tucson, AZ. 338 pp. This publication and its illustrations are available at: <http://www.uapress.arizona.edu/online.bks/weeds/>. Consultado el [10/11/11].

University of California. 1998. The Grower's Weed Identification Handbook. Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 4030. 311 pp.

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Mammillaria compressa

Se le conoce como mamilaria.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Cactaceae y su nombre científico es *Mammillaria compressa* (D.C.).

Sinonimia

Mammillaria subangularis DC.

Mammillaria triacantha DC.

Mammillaria angularis Link et Otto ex Pfeiffer

Cactus compressus Kuntze

Cactus longisetus Kuntze

Cactus squarrosus Kuntze

Cactus subangularis Kuntze

Cactus triacanthus Kuntze

Mammillaria angularis fulvispina Schum.

Mammillaria angularis longiseta SD. ex Schum.

Mammillaria angularis triacantha SD. ex Schum.

Mammillaria angularis compressa Schum.

Neomammillaria compressa (DC.) Britton et Rose

Mammillaria compressa compressa (Schum.) Borg

Mammillaria compressa fulvispina (Schum.) Borg

Datos geográficos

Nativa de México. Se presenta en los estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí. Es muy abundante en el valle del Mezquital (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).

Características fenotípicas

De acuerdo a la descripción realizada por Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991) *M. compressa* es una cactácea globosa, generalmente cespitosa, formando grandes grupos semiglobosos hasta de 1 metro de diámetro.

Tallo globoso a claviforme-cilíndrico, de hasta 20 cm de altura y de 5 a 8 cm de diámetro.

Tubérculos dispuestos en 8 y 13 series espiraladas, tetragonales hacia la base y ovados hacia arriba, aquillados ventralmente, de 4 a 6 mm de altura y 8 a 13 mm de espesor en la base, de consistencia firme, de color verde grisáceo azulado claro, con jugo lechoso. Axilas con densa lana blanca y gruesas cerdas blancas. Aréolas ovales, pequeñas, al principio con lana blanca.

Espinas radiales a veces ninguna, a veces hasta 10, delgadas, blancas, a veces caducas, de 1 a 8 mm de longitud. Espinas centrales de 4 a 7, de longitud muy variable, de 2 a 7 mm de longitud, las superiores más cortas, las inferiores más largas y robustas, desde fuertemente aciculares hasta subuladas, desde rectas hasta muy tortuosas, las cortas tiesas, las largas algo flexibles, generalmente blancas con tinte rojizo en la extremidad, con el tiempo grisáceas y la punta castaña.

Flores campanuladas, de 10 a 11 cm de longitud; segmentos exteriores del perianto lanceolados, con el ápice acuminado y los márgenes desde ciliados hasta finamente aserrados, con la franja media ancha de color castaño purpúreo y el borde angosto de color castaño amarillento rosado; segmentos interiores del perianto linear-oblongos, con el ápice desde agudo hasta acuminado y el margen entero, con la

franja media angosta, de color rosa purpúreo y los bordes rosados rojizos; filamentos de color rosa muy pálido; anteras de color amarillo verdoso pálido; estilo castaño amarillento; lóbulos del estilo 4 a 6, lineares, de color castaño amarillento rosado pálido (Figura 38).



Figura 38. Ejemplar de *Mammillaria compressa* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Fruto claviforme, de 23 mm de longitud y 7 mm de ancho, rojo claro, conserva los restos secos del perianto.

Semillas encorvado-globularpiriformes, lisas hasta ligeramente rugosas, de color castaño claro.

Requerimientos

Se encuentran en diferentes tipos de substrato; desde rocas ígneas a calizas y zonas de aluvión; la altitud varía entre 1 700 y 2 100 m, la precipitación es muy irregular, toleran temperaturas alrededor de los 4 °C, así como la exposición a pleno sol o la semisombra (Pizzetti, 2003; Bravo, 1978).

Usos

Ornamental

Es una especie de importancia ornamental tanto a nivel nacional como internacional.

Otros

Látex

El látex de esta planta se emplea para quitar limpiar objetos de metal y quitarles lo oxidado.

Usos en la agroforestería

Esta especie tiene potencial para ser utilizada dentro de huertos familiares y en lotes multipropósito.

Literatura citada

Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.

Bravo-Hollis H. y R. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. Vol.III. Universidad Autónoma de México. 643 p.

Pizzetti, M. 2003. Guías de la naturaleza: cactus. 3ª Ed. Grijalbo. Trad. M. Serrano y F. Vallespinos. Barcelona. 383 p.

Myrtillocactus geometrizans

Se le conoce con el nombre de garambullo.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Cactaceae y su nombre científico es *M. geometrizans* (Mart.)

Sinonimia

Cereus geometrizans Mart.

Cereus pugioniferus Lem.

Myrtillocactus geometrizans cristatus P.V.

Myrtillocactus geometrizans grandiareolatus Bravo

Myrtillocactus geometrizans hintonii Fitz

Myrtillocactus grandiareolatus Bravo

Datos geográficos

Es una especie nativa de México. Es muy abundante en los mezquiales de los Estados del centro de México (especialmente en Querétaro, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí), llega hasta el sur de Tamaulipas y hasta Guerrero y Oaxaca; por el oeste se extiende hasta Durango, Zacatecas, Jalisco y Michoacán (Bravo, 1978).

Características fenotípicas

Bravo (1978) proporciona la siguiente descripción: cactácea arborescente, candelabroforme, de 2 a 8 m de altura. Tronco bien definido, corto de 8 a 65 cm de ancho; ramificación abundante formando una copa hasta de 5 m (Figura 39).



Figura 39. Ejemplar de *Myrtillocactus geometrizans* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Ramas numerosas que a su vez se ramifican, algo encorvadas, de color verde azulado, de 5 a 12 cm de diámetro y de 30 a 60 cm de longitud, las superiores son más cortas. Poseen de 4 a 7 costillas con el ápice redondeado y sinuoso, de 2 a 3 cm de alto.

Aréolas distantes entre sí de 1,5 a 3.5 cm, con pelos y lana escasa o muy abundante, de color blanco grisáceo, prolíferas, a veces creciendo en forma ramificada.

Espinas radiales generalmente 5, pero pueden tener de 3 a 9, rojizas cuando jóvenes, rígidas, subuladas, aplanadas, ensanchadas en la base, miden de 1 a 10 mm de largo y hasta de 3 cm. Espina central en forma de daga, rígida, con la base ensanchada, aplanada lateralmente, de 0.5 a 7 cm de longitud y de 6 mm de ancho, negra.

Inflorescencias cortas, a veces con 6 a 12. Flores en la parte superior de las aréolas, de 2.5 a 3.5 cm de ancho, color blanco verdoso; segmentos del perianto oblongos, de 1.5 cm de longitud, se extienden ampliamente; estambres numerosos, exsertos

cuando la flor está bien abierta, casi todos del mismo tamaño; lóbulos del estigma 3 a 6, de color crema. La época de floración es de febrero a abril (Arias et al., 2000).

Semillas de negras a castaño negruzcas, cortamente obvoides, truncadas en la base, con bordes afilados, de 2 cm de longitud, de 0.5 a 1 mm de ancho y de 1-2 mm de espesor, testa verrucosa o plegada (Scheinvar, 2004).

Fruto pequeño de 1 a 2 cm de diámetro, globoso hasta elipsoide, moreno purpúreo, glabro, sin espinas, comestible, comienza a fructificar desde marzo hasta junio (Betanzos, 2008) (Figura 40).



Figura 40. Fruto de *M. geometrizzans*.

Interacciones

Especies vegetales

Matorrales xerófilos crasicaule, micrófilo y rosetófilo, pastizales y en el bosque tropical caducifolio.

Para esta especie es importante la protección que le brindan las especies arbóreas hasta que se convierte en una especie dominante. La presencia de individuos de más de 1.5m de altura bajo su dosel, indica que estas especies no necesariamente requieren estar en sitios abiertos para continuar su ciclo de vida (Matías, 2004).

Especies animales

Sus semillas son dispersadas tanto por aves como por hormigas (Betanzos, 2008). Sirven de alimento y refugio a diversas especies animales.

Requerimientos

Se encuentra en altitudes que van de los 1 800 a los 2 200 (Scheinvar, 2004). Soporta temperaturas de hasta 0° C. Se desarrolla en suelos de origen volcánico, toleran la pedregosidad, con pendiente ligera. Requieren de media sombra cuando son jóvenes y de exposición directa al sol abundante una vez adultos (Malda *et al.*, 2009).

Cultivo

Propagación

De acuerdo con Malda *et al.* (2009) las semillas se extraen de los frutos maduros. Es necesario lavar muy bien las semillas para eliminar los restos de pulpa del fruto.

Las semillas se pueden almacenar a temperatura ambiente hasta por 10 meses. En refrigeración duran viables varios años.

La germinación de semillas no requiere ningún tratamiento especial.

Los brazos o ramas de 40 a 50 cm de largo pueden ser utilizados como esquejes para propagación vegetativa.

Régimen de humedad

Respecto al riego sólo requieren de moderado a escaso (Malda *et al.*, 2009).

Plagas y Enfermedades

Las enfermedades más comunes son las ocasionadas por hongos como la *Dydimosphaeria* sp. “costra gris”, *Cacumisporium* sp. “cenicilla”, *Mycosphaerella myrticolla* sp. “ojo de pescado y la bacteria *Erwinia cacticida* “colapso” (Cruz, 2004).

Usos

Alimento

Flor

Durante la época de floración se recolectan las flores, las cuales se emplean en diversos guisos.

Fruto

El fruto es recolectado y se consume en fresco o se utiliza en la elaboración de mermeladas, paletas, gelatinas y licor.

El fruto también es utilizado en la elaboración de licor

Construcción

Los troncos secos son huecos y se utilizan en la elaboración de artesanías como fabricar lámparas eléctricas.

Combustible

Una vez secas, sus ramas, son fuente de leña en las comunidades rurales.

Forraje

Sirve de forraje para todo tipo de ganado.

Medicinal

Un uso que se le da a su tallo es en forma de cataplasma aplicado sobre fracturas y golpes fuertes.

De acuerdo con Martínez *et al.* (2008) realizaron un estudio en el que se demostró que en ratas diabéticas consumir 4 g del fruto de *M. geometrizans* por kg de peso disminuyó los niveles de glucosa, además señalan la posibilidad de que tenga efectos antioxidantes por su contenido de betalaínas.

Ornamental

En ocasiones es colocada en jardines de cactáceas.

Otros

Almacenamiento

Debido a la forma de sus ramas en algunos lugares es empleado para almacenar alimento para ganado, como el rastrojo de maíz, y así protegerlos de los roedores.

Tintes

Reynoso (1994) resalta la importancia de utilizar el pigmento de garambullo como una alternativa ante los colorantes empleados como aditivos, pues debido a su contenido de betalaínas, posee mayor estabilidad al compararse con otros pigmentos rojos naturales.

Servicios ambientales

Ayudan en el control de la erosión, infiltración de agua de lluvia, incrementan la materia orgánica de los suelos, capturan CO₂. Además posee un alto grado de adaptación y resistencia.

Uso en agroforestería

Es común encontrarlos en huertos familiares y se pueden emplear como cercas vivas, barreras rompeviento, lotes multipropósito y cultivos en fajas.

Literatura citada

- Arias T., A. A., M. T. Valverde V., J. Reyes S. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología para el Desarrollo Sostenible, A. C. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 80p.
- Betanzos G., T. 2008. Caracterización del sistema de aprovechamiento del garambullo *Myrtillocactus geometrizans* (C. Martius) Console (Cactaceae) en Colonia San Martín, Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Estado de México, México. 43 p.

- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- Cruz S., J. 2004. Evaluación de daños causados por enfermedades en *Myrtillocactus geometrizans* (C. Martius) Console en Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis Lic. FES Iztacala, UNAM.
- Malda B., G., P. R. Jiménez C. y M. Martínez. 2009. Plantas del Parque Nacional del Cimatario aptas para la reforestación y diseño de áreas verdes: guía de propagación y manejo en vivero. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: <http://www.uaq.mx/FCN/naturaleza/>. Consultado el [13/09/11].
- Martínez S., P., G. Guerrero C., R. Reynoso C., E. Mercado S., S. H. Guzmán M. 2008. Análisis molecular del efecto antidiabético del garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*); un fruto olvidado del altiplano mexicano. *In*: 35 Premio Nacional en Ciencia y tecnología de alimentos. Disponible en: http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_08f.asp?page=08e2. Consultado el [15/09/11].
- Matías P., M. L. 2004. Distribución de cactáceas en dos microhábitats de un matorral crasicaule. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Reynoso C., R. 1994. Potencial del Pigmento Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) para Uso como Colorante en la Industria Alimentaria. *In*: 35 Premio Nacional en Ciencia y tecnología de alimentos. Disponible en: http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_94a.asp#just. Consultado el [15/09/11].
- Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.

Nopalea cochenillifera

Le conocen como nopal lengua de vaca.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck y pertenece a la familia Cactaceae.

Sinonimia

O. cochenillifera (L.) Mill.

Cactus cochenillifer L.

Nopalea coccifer Lem.

Datos geográficos

Es una especie exótica pero que se encuentra naturalizada en México. Se encuentra cultivada en las costas tanto del Pacífico como del Atlántico, en Querétaro y se expandió fuera del cultivo hacia San Luis Potosí.

Bravo (1978) menciona que la ha visto silvestre cerca de Tehuantepec, sin embargo Scheinvar (2004) comenta que puede haberse naturalizado después de su domesticación hace siglos.

Características fenotípicas

Planta arborescente, de 3 a 4 y en ocasiones hasta 10m de alto, tronco de aproximadamente 20 cm de diámetro. Ramas ascendentes; copa abierta. Cladodios de colores verde claro, angostamente oblongos, zigomorfos, de 20 a 30 cm de largo y 4 a 7 cm de ancho. Areolas dispuestas en 9 a 10 series, separadas por 3 a 4.5 cm entre sí, provistas de lana. Glóquidas amarillas. Espinas ausentes, a veces en cladodios viejos presente una espina por aréola, de 1 cm de largo (Figura 41).

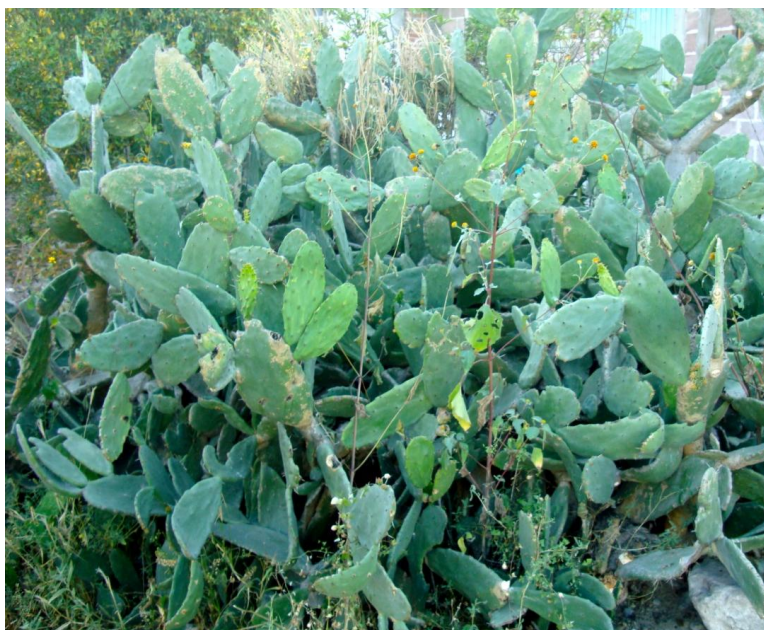


Figura 41. Ejemplar de *Nopalea cochenillifera* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Flores rojas, abundantes, diurnas, dispuestas hacia el ápice de los cladodios, de 5.5 cm de longitud; ovario tuberculado con numerosas glóquidas; segmentos exteriores ovados, escarlata; segmentos interiores más largos que los exteriores; estambres color rosa, exertos (Figura 42). Fruto obovado, rojo, como de 5 cm de largo. Semillas amarillentas, de 5 mm de longitud.



Figura 42. Botón floral de *N. cochenillifera*.

Interacciones

Se le encuentra con vegetación propia del matorral xerófilo crasicaule, bosque tropical caducifolio, bosque de niebla, bosque de juníperos, pino y encino.

Requerimientos

Se desarrolla desde los 0 m hasta los 2 750 m de altitud (Scheinvar, 2004). En la Huasteca Potosina se cultiva en lugares con fuertes pendientes, suelos con afloramiento de rocas sedimentarias y precipitaciones anuales de hasta 2 000 mm, con 24°C de temperatura media anual. En Tamaulipas se le encuentra en suelos de textura franca a ligeramente arcillosa, algo profundos y con pH ligeramente ácido; con precipitación media anual de 700 mm y temperatura media anual de 24.5°C (Flores *et al.*, 1995).

Cultivo

En la región de la Huasteca Potosina, el manejo del cultivo consiste básicamente en realizar deshierbes, se fertiliza y abona poco y no se realiza control de plagas ni

enfermedades. En Tamaulipas son plantados a una distancia entre hileras de 1.50 m y una distancia entre plantas de 1.0 m, con la peculiaridad de que cada planta la forman sembrando cuatro pencas en un círculo con un diámetro de 30 cm, con lo que forman “setos”, utilizan riego, fertilizante químico y combaten con pesticidas las plagas y enfermedades, por lo que se considera que el nivel tecnológico es bueno, producen todo el año, aunque la demanda es mayor en los meses de invierno y principio de primavera (Flores *et al.*, 1995).

Usos

Alimento

Se consumen los cladodios jóvenes en diversos guisos. Los botones florales de esta especie (le conocen como tuna) también son consumidos y tienen menos baba que la penca del nopal; se cortan y se retiran las gloquidas perfectamente, y se preparan de diversas formas.

Fibras

A partir de la fibra de las pencas secas del nopal es posible elaborar artesanías.

Forraje

Puede ser utilizado en la alimentación de todo tipo de ganado. *Nopalea spp.* contiene 10.69% de materia seca, 8.89% de Proteína Cruda, 17.21% de Fibra, 1.51% de Grasa Cruda y 50.7% de Extracto Libre de Nitrógeno (Hare, 1906, citado por Reveles-Hernández *et al.*, 2000). *N. cochenillifera* bajo hidroponía contiene 4.9% de materia seca, 16.6% de proteína cruda, 24.6% de Fibra Detergente Neutra y 15.2% de Fibra detergente ácida (Ramírez *et al.*, 2007).

Medicinal

Tradicionalmente la penca licuada se toma para tratar la gastritis y diabetes.

Las pencas crudas o asadas se colocan sobre el estómago contra la calentura. Se toma la espuma que se suelta de la penca serenada para tratar la úlcera. También se

emplea para fortalecer los pulmones, tratar el dolor de cabeza, inflamación, enfermedades de la vista y para prevenir el cáncer (BDMTM, 2009).

La especie *Nopalea* se ha utilizado para diversas causas, enfermedades reumáticas, diarrea, analgésico, dolor de dientes, antiinflamatorio, entre otros. La *Nopalea cochenillifera* ha demostrado, que inhibe la infección al tipo1 del virus *herpes*. A pesar de estas características biológicas, la validación de algún tipo de antibiótico de la *Nopalea cochenillifera*, contra especies bacterianas no se ha divulgado aún (Háuad-Marroquín *et al.*, 2008).

Háuad-Marroquín *et al.* (2008) estudiaron los efectos del extracto de *N. cochenillifera* en la actividad microbiana *In vitro* y encontraron que presenta una citotoxicidad significativa contra *Candida albicans* y *Escherichia coli*.

Otros

Colorante

Esta especie alberga a *Dactylopius coccus*, la grana cochinilla. A partir de la cual se extrae un tinte natural rojo carmín.

Uso en agroforestería

Esta especie es encontrada comúnmente en huertos familiares, puede implementarse en las siguientes tecnologías agroforestales: barreras rompeviento, vegetación en contorno, cercos vivos, cultivos en fajas, lotes multipropósito y entomoforestería para producción de grana cochinilla.

Torres (2009) menciona que en Brasil se asocia con plantas como maíz, sorgo y Mezquite sembradas entre hileras.

Literatura citada

- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?_mo=moe Consultado el [07/10/11].
- Flores V., C. A., J. M. Luna E., y P. P. Ramírez M. 1995. Mercado mundial del nopalito. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial (CIESTAAM). 115 p.
- Háud-Marroquín, L. A., C. Córdoba-Puente, A. Rangel-Llanas, S. García-González, S. y L. R. González. 2008. Evaluación de los efectos del extracto de *Nopalea cochenillifera* en la actividad microbiana *In vitro*. Revista Salud Pública y Nutrición Edición Especial. 2:123-134.
- Ramírez T., H. M., J. A. Reyes A., J. M. Pinos R. y J. R. Aguirre R. 2007. Efecto de la especie y Madurez sobre el contenido de nutrientes de cladodios de nopal. Agrociencia. 41(6):619-626.
- Reveles-Hernández, M., M. A. Flores-Ortiz. 2009. El manejo del nopal forrajero en la producción del ganado bovino. *In*: Memorias del VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional "Producción y aprovechamiento del Nopal". UANL, UACH, Facultad de Agronomía de UANL, SMAS A.C., COLPOS, INIFAP, CPSSLP, CRFG, CTND A.C., ANDAR A. C., UF del estado de N.L. A. C., Fundación PRODUCE A. C. y Gobierno del estado de Nuevo León (Eds). 13-14 de Noviembre. Escobedo, N. L., México. pp:132-147.
- Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.
- Torres S., A. 2008. Sistemas de producción de nopal forrajero en Brasil. *In*: Memorias del VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal" *In*: Memorias del VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional "Producción y aprovechamiento del Nopal". UANL, UACH, Facultad de Agronomía de UANL, SMAS A.C., COLPOS, INIFAP, CPSSLP, CRFG, CTND A.C., ANDAR A. C., UF del estado de N.L. A. C., Fundación PRODUCE A. C. y Gobierno del estado de Nuevo León (Eds). 13-14 de Noviembre. Escobedo, N. L., México. pp:59-71.

Opuntia robusta

Nopal.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Cactaceae y su nombre científico es *Opuntia robusta* (H.L.).

Sinonimia

Opuntia camuessa F.A.C.

Opuntia gorda Griffiths

Opuntia guerrana Griffiths

Opuntia larreyi F.A.C. Weber ex J.M.

Opuntia robustaguerrana Griffiths

Opuntia robustalarreyi F.A.C. Weber ex J.M. Coult.

Datos geográficos

Se encuentra en los estados de Zacatecas, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato y Michoacán. Es una especie nativa de México.

Características fenotípicas

Bravo (1978) la describe como una cactácea arbustiva muy ramificada, de 1 a 2 m de altura, con el tronco más o menos definido; ramas de aproximadamente 1.5 m de largo. Artículos orbiculares o algo oblongos u obovados, de 15 a 40 cm de longitud, muy gruesos (de 1.5 a 2.5 cm), color verde azulado claro, glauco. Aréolas separadas entre sí de 4 a 5.5 cm, de tamaño variable, ovadas, más elevadas en las partes inferiores del artículo, glóquidas numerosas, de amarillentas a morenas; hojas cortamente cónicas en los artículos jóvenes. Espinas vigorosas, 2 a 12, de 5 cm de longitud, blancas, con la base castaña o amarillenta (Figura 43).



Figura 43. Ejemplar de *Opuntia robusta* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Flores grandes, amarillas, de 5 a 7 cm de longitud, lóbulos del estigma verdes. Florecen generalmente de febrero a abril, aunque el período se puede prolongar (Figura 44). El fruto madura aproximadamente dos meses después de la floración (González et al., 2001).



Figura 44. Flor de *O. robusta*.

Fruto anchamente subgloboso, globoso o elíptico, al principio con aspecto más o menos tuberculado debido a los podarios elongados, aréolas con abundantes glóquidas amarillas grandes, de 4 a 8 cm de longitud, verde amarillento a purpurino. Semillas numerosas, claras, arriñonadas, con bordes agudos, de 3 a 4 mm.

Interacciones

Especies vegetales

Se encuentra en las comunidades de matorral crasicaule. La especie es muy variable y aparentemente se hibrida con frecuencia con *O. streptacantha*, *O. hyptiacantha* y *O. cantabrigiensis* (Bravo, 1978).

Requerimientos

Se desarrolla en altitudes que van de los 1 800 m a los 2 200 m.

Puede soportar temperaturas de hasta -11°C y hasta 36°C, siendo la temperatura óptima de 15 a 16°C (Valdez *et al.*, 2001).

Se adapta a un amplio rango de precipitación; de 150 mm hasta 800 mm.

La humedad relativa es un importante factor a considerar en esta especie, pues conforme aumenta, la planta se encuentra en condiciones menos propicias para su desarrollo y fructificación y es más propensa al ataque de plagas y enfermedades.

Respecto al suelo, se adapta a una gran variedad de texturas y profundidades, pero prefiere los suelos calcáreos profundos y con buen drenaje, de textura arenosa a franca, tolera un pH hasta de 8.2, siendo su óptimo 7.5 (Flores- y Reveles-Hernández, 2010).

Cultivo

Esta especie es principalmente silvestre, no es común encontrarla establecida en plantaciones a gran escala por lo que no existen paquetes tecnológicos para su cultivo.

Propagación

La propagación se hace vegetativamente: Se cortan las pencas más maduras desde su punto de unión procurando que la herida sea mínima, se deja cicatrizar la herida manteniendo la penca a la sombra y ventilada por unas 2 semanas, o bien se pueden emplear pencas que se hayan desprendido por sí mismas. Posteriormente se entierra aproximadamente 1/3 parte de la penca y esta dará origen a una nueva planta. En algunas ocasiones, los artículos comienzan a enraizar por si solos cuando caen al suelo.

Usos

Alimento

Los artículos jóvenes se cortan y se preparan en diversos guisos para consumo humano, en muchas ocasiones es preferido por su sabor.

Combustible

El tronco y las pencas se usan como combustible en algunas ocasiones.

Forraje

Se utiliza como alimento para el ganado. Se cortan o se recolectan los artículos y se queman las espinas y se pican para mejorar la ingesta animal. Vázquez *et al.* (2007) indica que esta especie en estado silvestre presenta un contenido de Materia seca de 10.38%, 4.43% de Proteína Cruda y 17.65% de fibra cruda. Ramírez *et al.* (2007) reporta que en cultivo bajo hidroponía el contenido de materia seca en *O. Robusta* spp. *larreyi* es de 3.9 %, de Proteína Cruda de 21.1%, de Fibra Detergente Neutra es de 30.7% y el de Fibra Detergente Ácida de 15.4%.

Medicinal

Tradicionalmente se emplea en casos de diabetes tomando 1 vaso de nopal licuado en ayunas.

Wolfram *et al.* (2002) realizaron un estudio en el que se encontró que administrar 250 g de pulpa fresca de *O. robusta* por 8 semanas produjo en pacientes no diabéticos la disminución del colesterol total (12%) y del colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (15%), de los triglicéridos (12%), del ácido úrico (10%) y de los niveles de glucosa e insulina (11%). Para explicar estos efectos, los autores proponen un mecanismo sensibilizante del receptor a la insulina.

También existen estudios que lo señalan como un importante antioxidante: Budinsky *et al.* (2001) señala que la ingesta regular de *Opuntia robusta* es capaz de reducir significativamente daños oxidativos *in vivo* en un grupo de pacientes que sufren de hipercolesterolemia.

Otro estudio relevante es el realizado por Chávez-Santoscoy *et al.* (2009) en el cual se empleó el jugo de los frutos de 9 especies de *Opuntia* en pruebas *in vitro* contra 4 líneas celulares de cáncer: próstata, colon, mamario y hepático. Los resultados mostraron que el jugo de esta especie fue el más efectivo contra el crecimiento de células de cáncer de colon y los que disminuyeron la viabilidad de las células de cáncer hepático.

Otros

Artesanías

Las pencas del nopal se cortan en láminas manejables, se moldean y se deshidratan para elaborar diversas artesanías (Figura 45).



Figura 45. Artesanía elaborada a partir de fibra de nopal.

Cosméticos

Se usa en la elaboración de cosméticos tales como cremas para la protección solar.

Servicios ambientales

El nopal se utiliza para proteger el suelo. Puede ser de importancia en actividades de restauración debido a su tolerancia a los ambientes desfavorables. Aunado a este servicio, al ser una especie de tipo CAM consume CO_2 por la noche, por lo que se recomienda su uso en ciudades con problemas de contaminación (Flores *et al.*, 1995).

Uso en agroforestería

Es una planta muy frecuente en los huertos familiares debido al amplio uso que se le da como alimento humano. Los brotes tiernos se aprovechan generalmente para autoconsumo y algunas veces se venden en mercados locales.

Se usa también como cerco vivo o cultivado como vegetación en contorno en curvas de nivel en terrenos con pendientes pronunciadas para reducir la erosión y degradación del suelo al usarlos para establecer cultivos anuales.

Se puede implementar en barreras rompeviento, en lotes multipropósito y en cultivos en fajas.

Literatura citada

- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- Budinsky, A., R. Wolfram, A. Oguogho, Y. Efthimiou, Y. Stamatopoulos y H. Sinzinger. 2001. Regular ingestion of *Opuntia robusta* lowers oxidation injury. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 65(1):45-50.
- Chávez-Santoscoy, R.A., J. A. Gutiérrez-Urbe y S. O. Serna-Saldívar. 2009. Phenolic composition, antioxidant capacity and in vitro cancer cell cytotoxicity of nine prickly pear (*Opuntia spp.*) juices. Plant Foods for Human Nutrition. 64(2):146-152.
- Flores-Ortiz, M. A. y M. Reveles-Hernández. 2010. Producción de nopal forrajero de diferentes variedades y densidades de plantación. Revista Salud Pública y Nutrición (RESPYN). Edición Especial No 5:198-210.
- Flores V., C. A., J. M. Luna E., y P. P. Ramírez M. 1995. Mercado mundial del nopalito. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial (CIESTAAM). 115 p.
- González A., M. E. Riojas y H. J. Arreola. 2001. El género *Opuntia* en Jalisco, Guía de campo. Universidad de Guadalajara, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Guadalajara, Jal. México.135 p.
- Ramírez T., H. M., J. A. Reyes A., J. M. Pinos R. y J. R. Aguirre R. 2007. Efecto de la especie y Madurez sobre el contenido de nutrientes de cladodios de nopal. Agrociencia. 41(6):619-626.
- Valdez C., R. D., F. Blanco M., C. Gallegos V., G. E. Salinas G. y R. E. Vázquez A. 2001. Freezing tolerance of *Opuntia spp.* Journal of the Professional Association for Cactus Development. 4:111-115.
- Vázquez A., R. E., R. Valdez C., E. Gutiérrez O. y F. Blanco M. 2008. Caracterización e identificación de nopal forrajero en el norte de México. Revista Salud Pública y Nutrición (RESPYN). 14: 21-36.
- Wolfram, R. M., H. Kritz, Y. Efthimiou, J. Stomatopoulos, H. Sinzinger. 2002. Effect of prickly pear (*Opuntia robusta*) on glucose- and lipid-metabolism in non-diabetics with hyperlipidemia a pilot study. Wiener Klinische Wochenschrift. 114(19-20):840-846.

Opuntia stenopetala

Nombre común; arrastradillo o nopal serrano

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Opuntia stenopetala* Engelmán y pertenece a la familia Cactaceae.

Sinonimia

Opuntia cardona F.A.C. Weber

Opuntia pachona Griffiths

Datos geográficos

Nativa de México. Esta especie se encuentra distribuida en los siguientes estados: Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Querétaro, Guanajuato e Hidalgo (Bravo, 1978)

Características fenotípicas

Arbusto de hasta 1.20 m de altura con frecuencia formando matorrales, sus ramas principales son procumbentes. Artículos oblongos, de 10 a 20 cm de longitud, de tonalidad verde grisáceo a veces rojizo purpúreo. Aréolas separadas entre sí de 1 a 3 cm. Con o sin espinas en la parte superior de los artículos, de forma oval de 2 a 5 mm de diámetro, provistas de fieltro blanco que cambia a negro. De 2 a 6 espinas, con una longitud aproximada de 2 a 5 cm de color rojiza hasta negras, la espina principal es aplanada; presenta abundantes glóquidas en los artículos jóvenes (Figura 46).



Figura 46. Ejemplar de *Opuntia stenopetala* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Posee flores unisexuadas de 2 a 3 cm de longitud, pericarpelo provisto de aréolas con escamas acuminadas de color rojo carmín; segmentos del perianto angosto, acuminados y de color rojo anaranjado, filamentos abarriados, cortos y gruesos, de color anaranjado, estilo abortado, muy grueso. El estigma presenta 8 lóbulos amarillos. Sus semillas son pequeñas, numerosas, lisas, discordes de 2 a 3 mm de diámetro, con un margen amplio y amarillo (Bravo, 1978).

Interacciones

O. stenopetala se distribuye en el Matorral submontano donde se reúnen diferentes tipos de comunidades arbustivas dominadas por *Helietta parvifolia*, *Gochnatia hypoleuca*, *Karwinskia mollis*, *Faxinus greggii*, *Ferocactus pilosus*, entre otros. Se distribuye a media ladera en la vertiente oriental de la Sierra de Catorce (González et al., 2007).

Usos

Combustible

Cuando sus pencas están secas pueden ser usadas como combustible.

Forraje

Sus cladodios se utilizan para alimentar al ganado, para ello se raspa el nopal con la finalidad de eliminar las espinas y así evitar lesiones que pudieran producirse en el hocico del animal.

Griffiths y Hare (1906) realizaron el análisis bromatológico, el contenido de Materia seca fue de 13.24%, 8.84% de proteína cruda, 22.13% de ceniza, 9.14% de fibra, 58.16% de Extracto Libre de Nitrógeno y 1.74% de grasa cruda.

Ornamental

Se usan como ornamentales cuando están en estado de floración (Bravo, 1978).

Otros

Religiosos

Son empleadas las flores de mayor tonalidad (rojo-anaranjado profundo) en las prácticas religiosas paganas para realizar limpiezas o ritos con propósito curativo.

Uso en agroforestería

Puede ser utilizado como barreras rompeviento y vegetación en contorno.

Literatura citada

- Bravo H., H. 1978. Las cactáceas de México. Volúmen I, México, D. F. UNAM. 743 p.
- González C., O., J. Giménez A., J. García P., y J. R. Aguirre R. 2007. Flórula vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. Acta Bótanica Mexicana. 78:1-38.
- Griffiths, D. y R. F. Hare. 1906. The prickly pear y and other cacti as food for stock-2. New México. College of Agriculture and Mechanic Arts, Agriculture Experimental Station Bulletin 60. 125 p.

Opuntia streptacantha

Su nombre común es nopal cardón aunque también se le llama tecolonochtli o tecolonochnopalli.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Opuntia streptacantha* (Lem.) y pertenece a la familia Cactaceae.

Sinonimia

Opuntia cardona F.A.C.

Opuntia pachona Griffiths

Datos geográficos

Es una planta nativa de México. Es de gran importancia en las zonas semidesérticas y desérticas. Se le ha registrado en los siguientes estados: Estado de México, Puebla, Querétaro, Oaxaca, Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosí, Hidalgo, Aguascalientes, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Guanajuato y Jalisco (López y Elizondo, 1990).

Características fenotípicas

Opuntia streptacantha es una planta crasa o carnosa, llega a tener medidas hasta de 5 metros de altura. El tallo es grueso y conforma la planta madura, este se va haciendo más fibroso. Esta especie se caracteriza por tener un tallo muy ramificado y multiarticulado con cutículas gruesas que le permiten almacenar agua para sobrevivir largo tiempo sin depender de la lluvia. El tronco puede llegar a medir hasta 45 cm de diámetro. El fruto presenta un color rojo intenso y muy aromático, tiene una forma globosa, su diámetro mide 5 cm aproximadamente (Rojas, 1990) (Figura 47). Los cladodios son abobados u oblongos de 25 a 30 cm de longitud. Las espinas son blancas. (Britton y Rose, 1963; Bravo-Hollis, 1978).



Figura 47. Fruto de *Opuntia streptacantha* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Interacciones

En los matorrales crasicaule se puede encontrar comunidades formadas por: *Opuntia leucotricha*, *Zaluzania augusta*, *Mimosa biuncifera*, *Yucca filifera* *Yucca decipiens*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Prosopis*, *Lycium*, *Jatropha* y *Agave*. (Rzedowski et al., 1964).

Requerimientos

Se puede desarrollar en diversos tipos de suelos; desde Vertisoles, Luvisoles y Foezem. Presenta gran adaptabilidad a la fluctuación del pH desde subácido a subalcalinos. Se desarrolla preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica. Se le puede encontrar en altitudes de hasta 2700 m (Vázquez, 1981; Borrego y Burgos, 1986). Crece a temperaturas de 16 a 22 °C en promedio anual y en zonas donde la precipitación media anual varía entre 300 a 600 mm (Rzedowski et al., 1964).

Cultivo

Gallegos y Méndez (2000) proponen la siguiente tecnología de cultivo para la producción de nopal tunero.

Propagación

La propagación del género *Opuntia spp.* se puede dar de 2 maneras; por multiplicación asexual a través de las pencas y fracciones de ellas y de forma sexual realizado por semillas. La forma asexual es la más utilizada ya que así se conservan las características de la variedad escogida como madre.

Preparación del terreno

En terrenos planos se debe voltear o barbechar profundo para facilitar el desarrollo y penetración de las raíces, posteriormente realizar dos rastreos para el trazo de la plantación. Para el trazo de la plantación se debe considerar la pendiente. En terrenos planos se hacen surcos o bordos a una distancia de 4 o 5 m entre bordos y entre planta y planta; en terrenos con pendiente ligera se deben construir bordos a nivel, similar a los terrenos planos. Para terrenos inclinados con fuerte pendiente, delgados y pedregosos, donde no es posible realizar una preparación previa del terreno se hacen cepas de unos 50 cm de profundidad y de 60 de ancho y largo, en donde se deposita la penca.

Densidad de plantación

Se debe considerar las condiciones de suelo y clima del lugar, los hábitos de crecimiento de la variedad que se utilizará y la superficie que se va a plantar. Para la región centro-norte donde se tiene una precipitación de 350 mm, se planta a una distancia de 4 m entre plantas y de 5 m entre hileras (500 plantas/ha); Para la región centro-sur, en donde se practica el manejo manual y se dispone de agua de riego, la distancia se reduce a 2 m y a 3 m entre hileras, incrementándose la densidad (1660 plantas/ha). En terrenos nivelados y donde se combina la utilización de maquinaria agrícola y mano de obra; la densidad de plantación puede ser de (800 a 1000 plantas/ha) con espacios de 2 a 5 m entre plantas y de 5 m entre hileras.

Época de plantación

Dependerá de las condiciones climatológicas de la región donde se establecerá el huerto, considerando fundamentalmente la temporada de lluvias para el desarrollo óptimo del cultivo, el cual se recomienda realizarse de abril a junio, después de las heladas de invierno, para aprovechar toda la precipitación del ciclo anual de lluvias. O bien puede hacerse en los meses de agosto a septiembre, si hay ausencia de heladas puede ser en noviembre. En climas más aptos como en el estado de Puebla el establecimiento puede ser de diciembre a marzo.

Control de malezas

El deshierbe se realiza para eliminar la hierba que se encuentra entre planta y planta, se debe de hacer de 2 a 3 veces por año de acuerdo a la zona, tipo de suelo y presencia de humedad. Está práctica se realiza para evitar la competencia de las hierbas por espacio con las plantas de nopal, agua, luz, humedad; también para evitar que sirvan de hospederos y refugio, alimentación y ovoposición de insectos vectores de enfermedades. Se pueden utilizar herbicidas, pero con precaución ya que no se tienen productos específicos para el nopal y pueden tener efectos residuales en los frutos y en el ambiente.

Plagas y enfermedades

Es necesario conocer primeramente si los insectos son dañinos y causan pérdidas económicas para considerarlos plaga.

El número de insectos asociados al nopal, puede llegar hasta 160 especímenes, los cuales se encuentran incluidos en 65 familias y 13 órdenes. La gran mayoría de los insectos que se alimentan de alguna parte del nopal tienen hábitos barrenadores, dañando tanto frutos, pencas tiernas y tallos. El daño es causado por la larva o gusano al alimentarse de la parte interior de las pencas, frutos y tallos del nopal. Entre ellos destacan el “gusano blanco”, el “picudo barrenador”, el “gusano cebrá” y “picudo de la espina”.

Otro grupo de insectos que se alimenta del nopal son los "chupadores", los cuales se pueden dividir en: insectos de vida libre e insectos sedentarios. En el primer grupo sobresalen por la severidad de los daños directos que causan y por ser vectores de enfermedades, la "chinche gris", "chinche roja", "trips" y los "ácaros" (Acari: *Tetranychus opuntiae* y *Eriophyes* spp). Dentro del segundo grupo destacan por el daño causado; la grana o cochinilla y las escamas.

Otros insectos potencialmente importantes son la "mosca mexicana de la fruta" (*Anastrepha* spp.) ya que ha causado daños a frutos de varias especies de *Opuntia*, así como la *Cactoblastis cactorum*.

Otras actividades

Captación de agua.

Para los cultivos que se encuentran en zonas áridas y semiáridas donde la disponibilidad de agua es limitada. Se elaboran cajetes alrededor de la planta con una altura de 20 cm y un radio de 1.5 a 2 m según el tamaño de la planta, para captar el agua de lluvia.

Poda.

Se realizan para mantener en óptimas condiciones a la planta, mejora la fotosíntesis, facilitar las labores de cultivo, darle forma a la planta, prevenir y mejorar el control de plagas y enfermedades e incrementar los rendimientos y recuperar plantas improductivas.

Usos

Alimento

Los nopales se consumen como verdura fresca o cocida, en ensaladas o preparados en diversos guisos. La tuna es consumida en fresco.

Forraje

Se utiliza, principalmente, en los pequeños establos lecheros y en los ranchos ganaderos como parte de la ración. En épocas de sequía o falta de forraje se le chamusca en el campo, para que el ganado lo aproveche directamente. También puede mezclarse las pencas del nopal con la cáscara del fruto para formar una pasta forrajera (López *et al.*, 1997).

Griffiths y Hare (1906) realizaron el análisis bromatológico y encontraron que contiene 16.01% de materia seca, 3.17% de proteína cruda, 18.88% de fibra cruda y 1.99% de Grasa Cruda.

Medicinal

Se emplea para curar la diabetes. La parte utilizada es la baba o penca (en jugo o asada). El corazón de la penca es comido crudo contra anemia, corajes, diabetes. El extracto de la penca y del fruto se comprobó ser un antiviral que actúa en contra del herpes simplex, de la gripe, del VIH y de algunos virus de los caballos con una acción farmacológica de inhibición de la replicación intracelular del virus (Ahmad *et al.*, 1996).

La tuna es una fuente importante de fibra digestiva y de gomas naturales que ayudan a la limpieza del aparato digestivo, a la eliminación de grasa y a reducir el estreñimiento.

Otros

Colorante.

Dactylopius coccus o grana cochinilla es un insecto que parasita el nopal. Su importancia radica en el uso que se le da, ya que de ella se extrae el colorante natural rojo carmín que es empleado para teñir y pigmentar una amplia gama de productos industrializados, básicamente alimentos, cosméticos, fármacos y en menor medida textiles.

Industrial.

La tuna es utilizada para la elaboración de los siguientes productos (Corrales-García y Flores-Valdez, 1996, citado por Flores-Valdez y Corrales-García, 2003).

Productos de la industria extractiva y de la biotecnológica: espesantes y aglutinantes, extraídos del mucílago y la cáscara, colorantes de la cáscara, jugo, aceite de las semillas y pasta forrajera.

Productos de la industria de bebidas: jugos, néctares, refrescos, vinos, licores y aguardientes; obtenidos de la pulpa de la tuna.

Productos de la industria alimentaria tradicional y tecnificada: queso de tuna, jaleas, mermeladas, dulces y recientemente yogurt; elaborados de la pulpa y de la cascara.

Uso en agroforestería

Puede utilizarse como cercos vivos, barreras rompeviento, vegetación en contorno, en huertos familiares, cultivos en fajas y entomoforestería.

Literatura citada

- Ahmad, A., J. Davies, S. Randall y G. R. Skinner. 1996. Antiviral properties of an extract of *Opuntia streptacantha*. *Antiviral Research* 30(2-3);75-85.
- Borrego, E., F. y N. Burgos, V. 1986. El Nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo, Coahuila. México. 202 p.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las Cactáceas de México, Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Britton, N.L. y J.N. Rose. 1963. The Cactaceae. Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family. Vol. 1. Courier Dover Publications, Nueva York.
- Flores-Valdez, C. A. y J. Corrales-García. 2003. Nopalitos y tunas: producción, comercialización, poscosecha e industrialización. CIESTAAM-Programa Nopal, Universidad Autónoma Chapingo. México.

- Flores-Valdez, C. A., P.P Ramírez-Moreno, J. M. Luna-Esquivel y P. Ponce-Javana. 1997. Diagnóstico y programa de desarrollo del sistema producto tuna. SAGAR, Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Gallegos, V. C. y Méndez, G. S. J. 2000. La tuna: criterios y técnicas para su producción comercial. UACH, Fundación Produce Zacatecas, A.C., Colegio de Postgraduados. México. 163 p.
- Griffiths, D. y R. F. Hare. 1906. The prickly pear y and other cacti as food for stock-2. New México. College of Agriculture and Mechanic Arts, Agriculture Experimental Station Bulletin 60. 125 p.
- López G., J. J. y J. Elizondo, E. 1990. El Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal en México. *In*: Memorias de la 3a. Reunión Nacional y la 1ra. Internacional, sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (eds). Saltillo, Coahuila. 359 p.
- López G., J.J., J. M Fuentes R. y A. Rodríguez G. 1997. Industrialización de la tuna cardona (*Opuntia streptacantha*). Journal of the Professional Association for Cactus Development. 2(8):169-175.
- Rojas, T. (coord). 1990. La Agricultura en Tierras Mexicanas desde sus Orígenes hasta Nuestros Días. CONACULTA- Grijalbo. México. 420 p.
- Rzedowski, J., G. Guzmán, A. Hernández y R. Muñiz. 1964. Cartografía de la vegetación de la parte noreste del Valle de México. Anales Esc. Nac. Ci. Biol. 13:31-57.
- Vázquez, A., A. 1981. El Nopal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Comisión Nacional de Zonas Áridas. México. 85 p.

Phragmites australis

Se le conoce como caña hueca, caña del muerto, carricillo o carrizo

Clasificación taxonómica

Su nombre científico *Phragmites australis* (Trin.) Pertenece a la familia de las Poáceas.

Sinonimias

Phragmites communis Trin.

Phragmites communis var. *berlandieri* (Fourn.) Fern.

Phragmites phragmites (L.) Karst.

Datos geográficos

P. australis es una especie naturalizada en el territorio nacional que se distribuye en los estados de: Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Durango, Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Puebla, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Guerrero, Morelos, Tabasco, Chiapas, Campeche y Yucatán (Harrington, 1964).

Características fenotípicas

P. australis es una gramínea perenne, cosmopolita, que crece a partir de rizomas, presenta hojas abundantes, planas, anchas y puntiagudas de aspecto arbustivo (Martínez, 1979; Lebgue y Valerio, 1986). Con tallos que pueden superar los 2.5 metros de altura. Los tallos son desnudos, huecos y articulados, su diámetro mide de 1.0 a 2.5 cm. Además de los rizomas las plantas producen ocasionalmente estolones. Las flores son de color violáceo, reunidas en espiguillas y en panojas terminales (Gould, 1975; Harrington, 1964).

Interacciones

Es una especie favorecida por disturbios humanos, invade los ecosistemas de humedales, afectando principalmente a las especies nativas. Como lo muestra el estudio realizado por Escutia *et al.* (2010) encontraron que al remover *P. australis* se logró recuperar la cobertura de especies nativas hasta en unos 50%, mismas que antes del estudio sólo cubrían el 4% del área de estudio.

Requerimientos

Se extiende desde el Trópico hasta las regiones templadas. Se le encuentra en áreas de agua dulce y salobre de los pantanos, riberas y orillas de los lagos, se ha adaptado a los hábitats adversos tales como prados salinos, lugares rocosos y desiertos de dunas. (Cui *et al.*, 2009). Se encuentra de 900 a 2000 m y la temperatura óptima para su desarrollo es de 30 a 35°C (Skernan y Riveros, 1992).

Usos

Alimento

Son comestibles los brotes tiernos y el rizoma tostado y molido (Mejía y Dávila, 1992).

Construcción

Los tallos se emplean como vigas, para la cobertura de los techos así como para el mallado en casas de adobe (González, 1984) (Figura 48).



Figura 48. Palapa construida con tallos de *Phragmites australis* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Forraje

Se aprovechan los brotes tiernos como forraje para el ganado a través del pastoreo directo (Gerritsen *et al.*, 2009).

Medicinal

Sus hojas se utilizan contra la diabetes, enfermedades gastrointestinales, dolor estomacal y gases (Mejía y Dávila, 1992).

Ornamental

Esta especie tiene potencial ornamental debido a que puede ser utilizada para aislar sitios con ruido como de la contaminación visual.

Otros

Industrial.

En Rumania y Polonia se cosecha en grandes cantidades para utilizarlo como materia prima en las industrias papelera y química (Skerman y Riveros, 1992).

Artesanal.

Mejía y Dávila (1992) mencionan que en muchas zonas rurales se fabrican lanzas o dagas para cazar y se confeccionan figuras o se arman arcos.

Los tallos son utilizados para la elaboración de flautas y armónicas. En muchas comunidades el principal uso del carrizo es para manufacturar aros para coronas de muertos, cruces, chiquihuites, canastos y amazones para los castillos de juegos pirotécnicos (Gerritsen *et al.*, 2009).

En África son utilizados para fumar tabaco (Cunningham y Sue, 1987).

Servicios ambientales

En México se usa para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial desde 1990 y se le ha encontrado una eficiencia de remoción de materia orgánica del 60 a 70% (García *et al.*, 2007). En algunas zonas rurales se emplea para evitar la erosión del suelo.

Uso en agroforestería

Algunos agricultores lo usan para construir barreras rompevientos en sus parcelas. También puede emplearse en la construcción de cercos vivos, vegetación en contorno y en cultivos en fajas.

Literatura citada

- Cui, S., J. Hu, B. Yang, L. Shi, F. Huang, S. N. Tsai, S. M. Ngai, Y. He y J. Zhang, J. 2009. Proteomic characterization of *Phragmites communis* in ecotypes of swampy and desert dune. *Proteomics*. 9: 3950–3967.
- Cunningham, A. y M. Sue. 1987. Effects of Basket- weaving Industry on Mokola Palm and Dye Plants in Northwestern Botswana, *Economic Botany*, 41(3), The New York Botanical Garden, Nueva York, pp. 387-402.
- Escutia L., Y., S. I. Lara C. y R. A. Lindig C. 2010. Interacciones entre *Phragmites australis* y especies nativas en condiciones de campo y de mesocosmos. *Ciencia Nicolaita* No. Especial. Disponible en

http://www.cic.umich.mx/documento/ciencia_nicolaita/2010/especial/A12.pdf. Consultado el [19/10/11].

- García M., M. J., M. A. Hernández R., T. Arenas A., M. A. Olan A. y M. E. Ojeda M. 2007. Remoción de la demanda Bioquímica de oxígeno (DBO₅) de un efluente de la industria azucarera. *In*: Semana de Divulgación y Video Científico UJAT. Vargas C., M. A. y T. Ramón F. (comps). Villahermosa Tabasco. Disponible en: <http://www.archivos.ujat.mx/dip/Nueva%20carpeta/sem%20divul/2007/daea.pdf>. Consultado el [20/10/11]
- Gerritsen W., P.R., C. Ortiz-Arrona y R. González-Figuero. 2009. Usos populares, tradición y aprovechamiento del Carrizo: estudio de caso en la costa sur de Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*. Vol IX. No. 29. 207 p.
- González de C., M. 1984. Especies de vegetales de importancia en México. Porrúa, S.A. 305 p.
- Gould, F.W. 1975. The grasses of Texas. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 653 p.
- Harrington, H.D. 1964. Manual of the plants of Colorado. Sage Books, Denver, CO. 666 p.
- Lebgue, T. y A. Valerio. 1986. Manual para identificar las gramíneas de Chihuahua. Gobierno del Estado de Chihuahua. 231 p.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 122 p.
- Mejía, M.T. y P. Dávila. 1992. Gramíneas útiles de México, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D.F.
- Skerman, P. y F. Riveros. 1992. Gramíneas tropicales. FAO. Roma, Italia. 866p.

Prosopis laevigata

Se le conoce como mezquite.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd) y pertenece a la familia Fabaceae.

Sinonimia

Prosopis dulcis Kunth,

Algorobia dulcis (Kunth) Benth,

Datos geográficos

Nativo de México. Se encuentra principalmente en la vertiente del pacífico desde Michoacán hasta Oaxaca y en la del Golfo de México en Nuevo León, Tamaulipas, y el norte de Veracruz y en las regiones centrales del país. Principalmente en San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila e Hidalgo (Gómez *et al.*, 1970).

Características fenotípicas

Árbol de hasta 15 m de altura, hasta de 1 m de diámetro, generalmente de 30 a 60 cm. Corteza gruesa, algo fisurada, de color café-negruzco. Copa más ancha que alta, con hojas de 1 a 2 yugadas, pecioladas, pinnas con 20 a 40 yugadas; folíolos de 6-15 mm longitud y de 1.5-3 mm de ancho; ápice y base obtusos; venación broquidódroma, vena media centrada muy ancha, recta, venas secundarias notables, formando ángulos de 45° a 90° con la vena media. Inflorescencia en espigas de hasta 10 cm de longitud; flores sésiles o casi sésiles; cáliz de 1mm, glabro o puberulento, corola de 2.5 a 3 mm en largo; pétalos agudos, tomentulosos en el margen e interior. Fruto legumbre de 12-20 cm longitud y de 1 a 1.4 cm de ancho, amarilla y con manchas estriadas longitudinales violáceas a rojizas. Semillas de contorno abovado a elíptico de 5.5-6.5 mm longitud, 3.5-4.6 mm de ancho y de 2.0-

2.8 mm de espesor, de color blanco amarillento (Malda *et al.*, 2009; Palacios, 2006) (Figura 49).



Figura 49. Ejemplar de *Prosopis laevigata* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Sus hojas son brevedeciduas (en invierno) o perennes. La época de floración inicia de febrero a marzo y termina de abril a mayo mientras que la fructificación se presenta desde mayo a agosto (Cervantes, 2002).

Interacciones

Flora microbiana

En su rizósfera se pueden encontrar numerosas bacterias, hongos heterótrofos, actinomicetos y endomicorrizas (Zenil, 2001). Es conocida por su la asociación que presenta con las bacterias del género *Rhizobium* las cuales son fijadoras de

nitrógeno, así como con micorrizas arbusculares tales como *Gigaspora rosea* (Stutz *et al.*, 2000, citado por Rojas-Andrade *et al.*, 2003).

Especies vegetales

Se desarrolla en las comunidades vegetales de bosque tropical caducifolio y mezquital (Gómez *et al.*, 1970).

Especies animales

Sirve de alimento para diversas especies silvestres como el caso reportado por Nava-Vargas (1999) quien lo menciona como alimento del cacomixtle (*Bassariscus astutus*).

Requerimientos

Se desarrolla en una altitud media de 190 m, pero también se le puede encontrar desde los 0 m hasta los 2, 300 m de altitud. Crece principalmente en suelo tipo Yermosol, de profundos a someros, con textura arenosa o arcillo–arenosa, generalmente mal drenados, con pH neutro, pudiendo tolerar alto contenido de sales, así como pedregosidad. Soporta temperaturas de hasta 40°C, así como temperaturas bajo 0°C, siendo la temperatura promedio a la que se desarrolla alrededor de los 20°C-29°C. Puede desarrollarse con una precipitación que va de los 350 a 1,200 mm (Hernández, 1992; PRONARE, 1999).

Cultivo

Propagación

La propagación se realiza por semillas. Se recolectan los frutos de mayor tamaño, libres de plagas y enfermedades. Las vainas se dejan remojando en agua para ablandar la cáscara, posteriormente se machacan ligeramente y se extienden para secarse al sol y finalmente se frotan contra una superficie áspera para separar las semillas de los restos de la cáscara y pulpa (PRONARE, 1999). Es importante remover el endocarpio que envuelve la semilla con pinzas, de lo contrario la

germinación será excesivamente lenta o no se presentará. Como las semillas son quiescentes no requieren tratamiento, siempre y cuando el endocarpio sea retirado, sin embargo para uniformizar el periodo de germinación se recomienda sumergirlas en agua a ebullición de ½ a 1 min. Se obtiene una germinación del 80 a 90%. Si se almacenan las semillas con el endocarpio, con un contenido de humedad de 6 a 8% y a una temperatura de 4 a 20°C pueden estar viables hasta por 10 años (Arriaga *et al.*, 1994).

La siembra se realiza a partir de marzo; también puede realizarse en la temporada de otoño-invierno si se cuenta con protección para evitar daños a las plántulas por heladas. La siembra puede hacerse directamente en envases de polietileno de 10 x 25 cm colocando de 2 a 3 semillas con profundidad de 1.5 a 2 cm (PRONARE, 1999).

Se debe proporcionar sombra para proteger a la planta durante sus primeras etapas de crecimiento

El deshierbe continuo de los pasillos y al interior de los envases que contienen las plantas evitará problemas de competencia por luz, agua y nutrientes. Es recomendable mantener solamente una planta o estaca por envase, la más vigorosa, eliminando las restantes (Arriaga *et al.*, 1994).

Cuando las plantas alcancen de 30 a 50 cm de altura se pueden trasladar al sitio de plantación (PRONARE, 1999). Por lo menos un mes antes de su transplante al sitio definitivo se debe iniciar el proceso de endurecimiento, éste consiste en suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días.

Preparación del terreno

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos. Si éste presenta pendientes mayores a 12% se recomienda

solamente remover la vegetación en los sitios donde se sembrarán las plantas (Arriaga *et al.*, 1994).

El subsolado solamente se recomienda cuando se presentan capas endurecidas a escasa profundidad, siempre y cuando los terrenos presenten pendientes mayores al 10% (Arriaga *et al.*, 1994).

Densidad de plantación

Se recomienda hacer las cepas sobre curvas a nivel en un arreglo a tres bolillo (Arriaga *et al.*, 1994). Si la plantación va a destinarse para la producción de forraje, la densidad de siembra es de 400 plantas/ ha con distancia entre plantas de 5 x 5 m; si es para producción de semilla mejorada, la densidad es de 100 plantas/ ha con distancia entre plantas de 10 x 10 m (PRONARE, 1999).

El tamaño de las cepas dependerá de las dimensiones del envase que se haya utilizado para la producción de las plantas. Esto implica que las cepas deberán realizarse con 3 a 5 unidades de volumen adicional al tamaño del cepellón de la planta; no obstante, dependiendo de las condiciones del terreno las dimensiones y tipo de cepas podrán variar, esto en función de las estrategias de conservación de suelo que se deseen emplear, de las características del suelo, y de las condiciones climáticas (Arriaga *et al.*, 1994).

Época de plantación

La plantación se realiza al inicio del período de lluvias (PRONARE, 1999)

Régimen de humedad

Se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas.

Control de malezas

Durante los primeros dos años de haber establecido la plantación se recomienda realizar deshierbes en un radio de 20 cm alrededor de la cepa, por lo menos una vez al año. Esto preferentemente una o dos semanas posteriores al inicio de la temporada lluviosa (Arriaga *et al.*, 1994).

Plagas y enfermedades

La principal plaga del mezquite es la “conchuela” (*Chlorochroligata*), ésta afecta fuertemente la producción de semillas. Además, sufre la incidencia de los hongos *Ciercospora prosodis*, *Leveillulla taurica*, *Phymatotricum omnivorum* y *Phoma sp* (PRONARE, 1999).

Otras actividades

Cercado del terreno

Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado, se recomienda colocar una cerca en el perímetro de la plantación (Arriaga *et al.*, 1994).

Construcción y limpieza de brechas cortafuego.

Para prevenir los daños propiciados por el fuego se recomienda hacer brechas corta fuego en el perímetro de la plantación, 3 m por cada lado de la cerca (SIRE, 2007).

Usos

Alimento

En ocasiones el fruto de esta especie forma parte de la dieta humana en forma de harinas, bebidas fermentadas y a través del consumo directo de las vainas, o bien en algún guiso.

Construcción

Su madera es dura y con un brillo característico al pulirla, sin embargo es algo quebradiza y poco flexible por lo que no es utilizada comercialmente, pero sí se utiliza localmente para elaborar sillas de montar, postes, durmientes, material de construcción en zonas rurales, artesanías, mangos de herramientas y utensilios de cocina (Figura 50).



Figura 50. Banco elaborado con madera de *P. laevigata*.

Combustible

En diversas zonas rurales se emplea en las actividades cotidianas como el principal combustible. Es preferida sobre otras por su alto valor calorífico así como su combustión la cual es estable y constante, además de otorgarle un sabor agradable a los alimentos que se preparan con ella.

La madera de esta especie también es empleada en la elaboración de carbón, el cual es considerado de excelente calidad (Gómez *et al.*, 1970).

Esta actividad ocasiona problemas de deforestación debido a que los campesinos colectan sin tomar en cuenta la conservación del recurso.

Forraje

Tanto las ramillas como frutos son utilizados en la alimentación de ganado, siendo consumido principalmente el fruto, el cual también se emplea en la elaboración de harina.

De acuerdo con Baraza *et al.* (2008) la semilla es la que contiene más proteína, sin embargo, la vaina es más digestible para el animal y supone una mayor fuente de energía (Cuadro 4)

Cuadro 4. Composición Química de las semillas, vaina y fruto de *P. laevigata*.

Parte de la planta	Materia seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Total de Nutrientes digestibles	Energía digestible	Energía metabolizable	Fibra Detergente Neutra	Fibra Detergente Ácida	Carbohidratos solubles
(%)									
Semillas	95.3	17.4	32.3	69.8	3.1	2.5	48.6	37.5	51.4
Vaina	95.3	7.1	16.6	82.2	3.6	2.9	20.3	20.1	79.7
Fruto	96.3	14.4	9.5	77.7	3.4	2.9	---	---	---

Fuente: Modificado de Baraza *et al.* (2008).

Carranza *et al.* (2003) reporta que tanto su fruto como el follaje presentan una composición química similar (Cuadro 5).

Cuadro 5. Composición química de hojas y fruto de *P. laevigata*.

Parte de la planta	Materia seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Grasa Cruda	Cenizas	Extracto libre de Nitrógeno
(%)						
Hojas	94.00	12.6	23.37	2.27	3.95	57.79
Fruto	94.00	12.61	23.27	2.27	3.75	57.80

Fuente: Carranza *et al.* (2003).

González-Gómez *et al.* (2006) determinaron el contenido de taninos y fenoles en el follaje y señalan un contenido de 2.0% y 3.2% respectivamente. Por lo que mediante

dietas diseñadas puede tener efectos positivos en la utilización de proteínas y actuar como desparasitante.

Benavides *et al.* (2010) menciona que el consumo del fruto de *Prosopis spp.*, como única fuente de forraje, causa la muerte a largo plazo. No se ha identificado el principio activo que ocasiona el envenenamiento, además provoca daño mecánico. Los síntomas de intoxicación que presentan los animales son: salivación excesiva, estasis ruminal, reflujo, postración y muerte.

El aprovechamiento del fruto se realiza mediante la recolección manual de la vaina ya sea directamente del árbol o del piso. El consumo de follaje generalmente es directo cuando los animales ramonean las partes tiernas, a la vez que aprovechan su sombra.

Debido a la época de producción de frutos así como la persistencia de su follaje es muy importante en las zonas áridas y semiáridas, ya que su aprovechamiento de este ayuda a satisfacer las necesidades alimenticias en las épocas secas.

Medicinal

La corteza y hojas preparadas en infusión se emplean como antidesentérico y para la gastritis.

La goma disuelta o como un dulce sirve para la laringitis y tos (BDMTM, 2009).

Las hojas en infusión se emplean como antiséptico y para el lavado de ojos.

Las ramas y troncos se emplean como desinflamatorio preparados en forma de pomada y aplicado directamente sobre la parte afectada.

El cocimiento de la corteza de las ramas jóvenes sirve para aliviar los cólicos de los bebés. El cocimiento de las flores en baños contra el salpullido (BDMTM, 2009).

Otros

Taninos.

Es una fuente de taninos, Cervantes (2002) menciona que contiene del 5 al 9% de taninos.

Apicultura

Las flores del mezquite lo hacen un árbol valioso para la producción de miel, al proporcionar el néctar que las abejas usan para elaborar este producto.

Gomas.

Los exudados que libera el árbol cuando sus ramas o corteza son dañadas mecánicamente, tienen propiedades muy parecidas a las de la goma arábiga, por lo que le confiere el potencial para ser sustituto de gomas importadas (Cervantes, 2002).

Colorantes.

Puede emplearse como un colorante natural, tanto la goma como partes de la planta, principalmente la raíz. Da tintes en negro, gris, pardo, castaño y pálido a fibras naturales.

Insectos.

La chinche del mezquite (*Pachilis gigas*) se consume normalmente en diversas zonas del país, es conocida como chahui o *xönhue*. Esta se colecta entre los meses de abril y mayo. Puede ser consumida en estado de ninfa o adulto y de acuerdo con Uribe (2011) contiene hasta 65.39% de proteína en estado adulto y 62.95 % en estado de ninfa.

Para consumirlas es necesario “desflemlarlas”, para ello se dejan reposar toda una noche en agua con sal con la finalidad de eliminar el sabor amargo que le otorga su orina. Posteriormente se preparan en diversos guisos, generalmente se asan en el comal y se comen en tacos o salsa.

Servicios ambientales

Son importantes para la estructura y funcionamiento del ecosistema, en los ecosistemas en los que se desarrolla juega un papel importante al mejorar la estética del agresivo paisaje, siendo de las pocas especies arbóreas que en ellos existen.

También es importante como fijadora de nitrógeno y en la conservación y enriquecimiento de suelo gracias a su flora microbiana.

Uso en agroforestería

Se usa como barrera rompeviento en las orillas de cultivos anuales y puede ser implementado en cercos vivos, como árboles dispersos en potreros (árboles en cultivos), barrera viva (vegetación en contorno) o bien para establecer un banco forrajero (Cordero y Boshier, 2003). Así mismo puede implementarse en lotes multipropósito o en cultivos en fajas o bien en la entomoforestería para aprovechar la chinche que en él se desarrolla.

Literatura citada

- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.
- Baraza, E., S. Ángeles C., A. García P., y A. Valiente-Banuet. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia*. 33 (12):891-896.
- Benavides M., A., R. E. M. Hernández V., H. Ramírez R. y A. Sandoval R. 2010. Tratado de Botánica Económica Moderna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe> Consultado el [20/10/11].

- Carranza M., M. A., L.R. Sánchez-Velásquez, M. R. Pineda-López y R. Cuevas-Guzmán. 2003. Calidad y Potencial Forrajero de especies del Bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. *Agrociencia*. 37(2):203-210.
- Cervantes C., M. 2002. Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México. Instituto de Geografía, UNAM. Colección temas selectos de Geografía. México, México.
- Cordero, J. y Boshier, D. (eds.) 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, CR, OFI/CATIE. 1079 p.
- Gómez, F., J. Signoret, y M.C. Abuín. 1970. Mezquites y Huizaches. Algunos Aspectos de la Economía, Ecología y Taxonomía de los Géneros, *Prosopis* y *Acacia* en México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México, D.F.
- González-Gómez, J. C., A. Ayala-Burgos y E. Gutiérrez-Vázquez. 2006. Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development*. 18(11). Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/guti18152.htm>
- Hernández, R.A. 1992. El Mezquite. *Vinculación* 4: 23-26.
- Malda B., G., P. R. Jiménez C. y M. Martínez. 2009. Plantas del Parque Nacional del Cimatario aptas para la reforestación y diseño de áreas verdes: guía de propagación y manejo en vivero. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: <http://www.uaq.mx/FCN/naturaleza/>. Consultado el [23/09/11]
- Nava-Vargas, V., J. D. Tejero-Diez y C. B. Chávez-Tapia. 1999. Hábitos alimentarios del cacomixtle *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) en un matorral xerófilo en Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 70(1):51-63.
- Palacios, R. A. 2006. Los Mezquites mexicanos: biodiversidad y distribución geográfica. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41 (1-2): 99 - 121 2006.
- PRONARE. 1999. Fichas Técnicas de Especies Forestales Estratégicas. No. 1-3. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. SEMARNAP-PRONARE. México, D.F.
- Rojas-Andrade, R., C. M. Cerda-García-Rojas, J. Frías-Hernández, L. Dendooven, V. Olalde-Portugal, A. Ramos-Valdivia. 2003. Changes in the concentration of trigonelline in a semi-arid leguminous plant (*Prosopis laevigata*) induced by an arbuscular mycorrhizal fungus during the presymbiotic phase. *Mycorrhiza*. 13:49-52.

- Sistema de Información para la Reforestación (SIRE). 2007. Paquetes tecnológicos *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional para la Conservación de la Biodiversidad (CONABIO). 6 p. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/988Prosopis%20laevigata.pdf> Consultado el [20/10/2011]
- Uribe R., A. B. 2011. Uso del chaui (*Phachilis gigas*) en Ajacuba, Hidalgo y una propuesta de consumo. Tesis Profesional. Universidad del Calustro de Sor Juana. 86 p.
- Zenil L., L. 2001. Flora microbiana de la rizósfera de dos plantas medicinales: Sangre de drago (*Jatropha dioica*) y mezquite (*Prosopis laevigata*). Tesis profesional. UACH. México.

Schinus molle

Se le conoce como Pirú o Pirul.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia Anacardiaceae, su nombre científico es *Schinus molle* (L.).

Sinonimia

Guatteria grandiflora Donn. Sm.

Schinus angustifolius Sessé & Moc.

Schinus areira L.

Schinus bituminosus L.

Schinus huigan Molina

Schinus occidentalis Sessé & Moc.

Datos geográficos

Es una especie originaria del centro y sur de América. Actualmente se encuentra naturalizada en el país y se distribuye en los estados de Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Batis *et al.*, 1999).

Características fenotípicas

Árbol frondoso, perennifolio. Alcanza hasta 15 m de altura. Tronco robusto, de 35 cm de diámetro, muy ramificado; ramas y ramillas colgantes (Figura 51).



Figura 51. Ejemplar de *Schinus molle* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Hojas alternas, regularmente imparipinnadas, de 10 a 30 cm de largo; peciolo de 2 a 6 cm de largo, raquis ligeramente alado; folíolos normalmente de 21 a 27, sésiles, de 2.5 a 6 cm de largo y de 0.3 a 1 cm de ancho; ápice de agudo a acuminado, usualmente curvado en el extremo, margen entero o algo aserrado y poseen resina aromática.

Inflorescencia paniculada, de 8 a 15 cm de largo. Flores pequeñas, con simetría radial, color amarillo-verdoso.

Su fruto es una drupa de alrededor de 5 mm de diámetro, carnosa durante su desarrollo, seca en la madurez, globosa, color rojo brillante, con una sola semilla, picante (López, 2009).

Sus raíces pueden llegar a alcanzar 30 m de profundidad para buscar agua (Salazar y Soihet, 2001).

Interacciones

Especies vegetales

Se ha registrado que ejerce efectos alelopáticos sobre otras especies por lo que puede desplazar a otras especies, así como inhibir el crecimiento de las plantas vecinas (Batis, 1999).

Especies animales

Sus frutos sirven de alimento para diversas especies de aves, mismas que sirven de medio de propagación de la planta.

Requerimientos

Se le encuentra desde los 0 hasta los 3, 800 m de altitud, con temperaturas promedio de 18 a 34°C y precipitaciones anuales de 300 a 2 000 mm. Prefiere los suelos franco-arcillosos, franco-arenosos o arenosos, soporta alcalinidad ligera y la pedregosidad. Intolerante a la sombra, resiste heladas ligeras y sequía (Salazar y Soihet, 2001).

Cultivo

Propagación

Su propagación se realiza sexualmente. Las semillas se limpian rompiendo el pericarpio por medio de frotamiento de los racimos. Presentan latencia primaria probablemente causada por inhibidores químicos o mecánicos (Ramírez, 1988).

La semilla se almacena en seco a temperatura ambiente hasta por tres meses.

Se recomienda sembrar las semillas inmediatamente después de que éstas se remojan en agua y se obtiene hasta el 89% de germinación.

Las semillas se pueden sembrar directamente en envases individuales de polietileno negro de 8 x 15 cm o de 15 x 30 cm, en camas de crecimiento, o directamente en el campo.

El riego es importante en las primeras etapas de crecimiento (Batis, 1999).

Realizar deshierbe continuo y cuidar la cantidad de plántulas por envase, la cual debe de ser de una (Arriaga *et al.*, 1994).

Por lo menos un mes antes de su traslado al sitio de plantación se deberá iniciar el proceso de endurecimiento (Cervantes *et al.*, 2001).

El proceso de producción tarda alrededor de cinco meses.

Preparación del terreno

Realizar subsolado cuando se presentan capas endurecidas a escasa profundidad.

Densidad de plantación

Si se realiza siembra directa se recomienda hacerlo a chorrillo, en surcos de 1 cm de profundidad. Cuando se plante a partir de envases, realizar las cepas sobre curvas a nivel en un arreglo de tres bolillo.

En áreas urbanas es recomendable ubicarlo lejos de instalaciones subterráneas y construcciones, a una distancia mínima de 8 m entre cada árbol (Batis, 1999).

Control de malezas

Realizar deshierbes manuales en terrenos con pendientes menores al 12% (Arriaga *et al.*, 1994).

Plagas y enfermedades

Los siguientes insectos afectan su follaje: La escama *Ceroplastes* sp. (Homóptera) y las orugas de la palomilla *Rothschildia orizabae*, sin ocasionar daños graves (Batis, 1999).

Otras actividades

Cercado del terreno

Para proteger la plantación contra factores que puedan dañar el cultivo se recomienda cercar el terreno (Arriaga *et al.*, 1994).

Preaclareos, aclareos y cortas intermedias

Es recomendable realizar poda de formación así como podas sanitarias, así como cortar la corteza en primavera para promover su crecimiento (Batis, 1999).

Usos

Alimento

Las semillas se usan para adulterar la pimienta pues su sabor es semejante al de esta especie.

Construcción

Su madera se utiliza para elaborar mangos de herramientas, estacas, enseres rurales y fustes de sillas de montar (Batis, 1999).

Medicinal

Tiene numerosos usos los cuales varían dependiendo del área geográfica en la que se encuentre. Algunos de los principales son: La resina blanquecina se utiliza como goma de mascar, y se le atribuye la propiedad de fortalecer las encías y sanar úlceras de la boca. La emulsión de la goma se usa para tratar cataratas y manchas de las córneas de los ojos. La cocción de la corteza se usa como remedio en pies hinchados y como purgante para animales domésticos; la corteza con las hojas se usa contra la hinchazón y dolor en el tratamiento de enfermedades venéreas. El fruto

para el tratamiento de la gonorrea y para elaborar jarabe para la bronquitis, antiparásitos, antirreumático. A las hojas se le atribuye un efecto antirreumático, cicatrizante, en la limpieza de los dientes y como digestivo (Madrid, 1992; Oré, 1997; Carrasco, 1998, citados por González *et al.*, 2009).

Las hojas machacadas en agua sirven en lavados contra la conjuntivitis y para evitar las cataratas. Los frutos se agregan cuando hay manchas en la córnea. Se usa para aliviar malestares estomacales, bilis. Su salvia también se le emplea en diversos tipos de baños (BDMTM, 2009).

El aceite esencial de las hojas frescas posee actividad antibacterial, antiviral, antifúngica y antimicrobial y cicatrizante (González *et al.*, 2009).

Ornamental

En las zonas áridas es un elemento solicitado como ornamental debido a sus tolerancias y al impacto que ocasiona en el paisaje en el que predominan árboles bajos y espinosos.

Otros

Industrial.

De las hojas se extrae un aceite aromatizante que se usa en enjuagues bucales y como dentífrico. Las semillas contienen aceites de los cuales se obtiene un fijador que se emplea en la elaboración de perfumes, lociones, talcos y desodorantes. La resina se podría utilizar en la fabricación de barnices (Batis, 1999).

Por sus características la madera puede ser empleada en la elaboración de papel Kraft (Mejía-Díaz y Rutiaga-Quiñones, 2008).

Colorante.

El cocimiento de hojas, ramas, corteza y raíz se emplea para teñir tejidos a base de lana y les otorga un color amarillo claro. La corteza sirve para teñir pieles.

Mágico.

El uso de esta especie es común en las “limpias” o “barridos” para curar el mal de aire, susto y espanto.

Insecticida.

Existen diversos estudios en los que se ha demostrado que puede ser utilizado como un bioinsecticida para controlar diversas plagas (Iannacone y Alvarino, 2010; Chirino *et al.*, 2001).

Servicios ambientales

Es una especie importante en la reforestación de terrenos muy degradados por su amplia tolerancia y además no es consumida por el ganado (Ramírez, 1988). Se le considera como una especie generadora de suelo y útil en el control de la erosión (Ramírez, 1990).

Uso en agroforestería

Esta especie puede implementarse en barreras rompevientos, así como en cercos vivos.

Literatura citada

- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.
- Batis, A., M.I. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y C. Vázquez-Yanez. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosas para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM - Conabio. México, D.F.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible

en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?mo=moe>
Consultado el [03/10/11].

- Cervantes V., M. López-González, N. Salas-Nava y G. Hernández-Cárdenas. 2001. Técnicas para Propagar Especies Nativas de Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Chirino, M., M. Caricac y A. Ferrero A. 2001. Boletín de Sanidad Vegetal. 27: 305-314.
- González A., A., P. Bonilla R. y J. Arroyo A. 2009. Actividad cicatrizante de una pomada con aceite esencial de *Schinus molle* L. "Molle" en ganado vacuno con heridas infectadas y ratones. Ciencia e Investigación. 12(1):29-36.
- Iannacone, J. y L. Alvaríño. 2010. Toxicidad de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) a cuatro controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú. Acta Zoológica Mexicana. 26(3):603-615.
- López D., M. G. 2009. Distribución y fitodisponibilidad de metales pesados (Sb, Hg, As) en los jales de la mina de antimonio de Wadley, estado de San Luis Potosí. Tesis Maestría. Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México. 157 p.
- Mejía-Díaz, L. A. y J. G. Rutiaga-Quiñones. 2008. Composición Química de la madera de *Schinus molle* L. y proceso de pulpeo Kraft. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 7(2):145-149.
- Ramírez, J. 1990. Respuesta de la Emergencia del pirú (*Schinus molle* L.) al Remojo y al Número de Semillas por Envase en Siembra Directa. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Ramírez, M. 1988. Efectos de dos métodos de siembra en almácigo y siete Tratamientos pregerminativos sobre la emergencia de semillas de pirú (*Schinus molle* L.). Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Salazar R., Soihet C. 2001. Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 159 p.

Stenocereus marginatus

Se le conoce como cactus.

Clasificación Taxonómica

Pertenece a la familia de las cactáceas, su nombre científico es *Stenocereus marginatus* (D. C.).

Sinonimia

Cereus gemmatus Zucc. ex Pfeiff.

Cereus marginatus DC.

Lemaireocereus marginatus DC.

Pachycereus marginatus DC.

Stenocereus marginatus DC.

Datos geográficos

Nativo de México. Se distribuye en los estados de Colima, Chiapas, D. F., San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas, Querétaro, Hidalgo, Guanajuato, Morelos, Puebla, Oaxaca, Michoacán, Guerrero, Jalisco y Valle de México (Arias *et al.*, 2000).

Características fenotípicas

Scheinvar (2004) los describe de la siguiente manera: Cactus columnar no ramificado, verticales, de 2 a 3 m de altura y de 8.5 a 16 cm de diámetro. Tronco ausente, a veces muy corto. Tallo de color verde amarillento o verde grisáceo. Epidermis glabra o pubescente y cubierta por una cera grisácea (Figura 52).



Figura 52. Ejemplares de *Stenocereus marginatus* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Ramas adultas con 5 a 7 costillas sobresalen por 2.7 a 3.5 cm de altura y de 3 a 6 cm en la base. Aréolas de 1 cm de ancho, provistas de lana color blanco o grisáceo que se hace más claro hacia el ápice.

Espinas ausentes o presentes, de color gris negruzco, tubuladas, radiales, de 8 a 12, desiguales, divergentes, casi ocultas por el fieltro, de 5 mm de largo, de cónicas a aplanadas con la base ensanchada, divergentes. De 1 a 3 espinas centrales, la que se encuentra en el centro de la aréola dirigida hacia abajo, algo más gruesas que las radiales.

Flores de 1 a 2, a veces 3 en la parte inferior de la aréola, de color blanco verdoso, rosado o verde anaranjado, campanuladas a infundibulifloras, crasas, dispuestas a lo largo de costillas, de 4.2 cm de longitud; pericarpelo amarillo verdoso, de 1 a 2 cm de longitud y ancho, podarios prominentes, oblongos. Florece de marzo a abril.

Fruto rojo que sólo se forma en flores fisiológicamente femeninas; es ovoide, dehiscente, de 2 cm de longitud y de 2 a 3 cm de ancho, con cicatriz floral circular,

tuberculado, podarios prominentes, aréolas ovoides prominentes, dispuestas en 4 a 5 series, provistas de fieltro amarillo oscuro; espinas de 14 a 20, punzantes, desiguales, divergentes, de 0.7 a 1.4 cm de longitud.

Semillas negras, brillantes, ovoides, de 3 a 6 mm de longitud y de 2 a 3 mm de ancho; testa rugosa, verrucosa, punteada; cotiledones largos, acumbentes, hipocótilo desarrollado; en individuos fisiológicamente masculinos el embrión está atrofiado.

Interacciones

Especies vegetales

Convive con vegetación propia del matorral xerófilo crasicaule y en el bosque tropical caducifolio. Se han encontrado híbridos de esta especie con *Myrtillocactus geometrizans* y *Stenocereus dumortieri* (Scheinvar, 2004).

Requerimientos

Crece en altitudes de 600 a 2 000 m. Tolera temperaturas de hasta -3°C. Requiere suelos bien drenados, poco profundos, arcillosos, tolera la pedregosidad, tolera pH alcalino. Necesita exposición plena al sol (Pizzetti, 2003; Malda *et al.*, 2009).

Cultivo

Propagación

De acuerdo con Malda *et al.* (2009) se colectan los frutos maduros a los que se les tiene que eliminar la pulpa separando las semillas, se enjuagan usando un cedazo. Una vez limpias se dejan secar al aire libre.

Se pueden almacenar en frascos cerrados en refrigeración por varios años. No se requiere de algún tratamiento especial para la germinación.

Se recomienda sembrarlas superficialmente en un sustrato suficientemente húmedo pero bien drenado. Su crecimiento se puede acelerar si las camas de siembra se mantienen en un ambiente húmedo. Las plántulas no deben recibir la radiación directa del sol todo el día.

Para el transplante de las plantas propagadas por semillas es necesario que tengan una edad de aproximadamente 3 años y éste deberá hacerse bajo un arbusto o árbol que sirva de nodriza.

Los segmentos de tallo pueden servir de esquejes. Las areolas localizadas hacia arriba producirán brotes verticales y las areolas en contacto con el suelo darán origen a las raíces.

La propagación de esta manera asegura un crecimiento mucho más rápido que las plantas obtenidas a partir de semillas.

Densidad de plantación

Pueden sembrarse tan cerca uno del otro como se requiera.

Régimen de humedad

Una vez establecidas en su ambiente no requieren de riego, pero se le puede proporcionar en baja cantidad para incrementar su crecimiento.

Plagas y Enfermedades

No es muy susceptible a ellas, sin embargo, bajo riego excesivo presentan enfermedades por hongos.

Otras actividades

En el vivero se deben de emplear sustratos ricos en nutrientes con muy buen drenaje. Si se mantiene una buena disponibilidad de agua sin saturar el suelo y una humedad relativa de 70-80% se acelera el crecimiento de la planta. Es recomendable fertilizar una vez al año proporcionando fertilizante que contenga potasio (Malda et al., 2009).

Usos

Alimento

En algunas comunidades el fruto se consume en fresco.

Forraje

Cuando el alimento escasea se les ofrece al ganado.

Ornamental

Se usa en el diseño de jardines de cactáceas, también para hacer la función de cortina aislante del paisaje, sonido y viento.

Medicinal

Se emplea como calmante de dolor. El tallo se corta en rodajas y se hierva y se aplica sobre el golpe en cuestión. El cocimiento de su tallo se emplea como antirrábico y contra la insolación de animales (BDMTM, 2009).

Otros

Champú

La infusión de sus tallos se usa para dar al cabello un tinte negro y lustroso. Actualmente se fabrican productos para el pelo que contienen su extracto.

Tintes

Al igual que para el cabello se emplea para pintar y proteger la madera que se encuentra expuesta a la intemperie. Para ello se hierven los tallos hasta que el agua se tiña de negro.

Servicios ambientales

Es importante en la retención de suelo y sus nutrientes, sobre todo en estas zonas en las que el suelo es muy frágil.

Uso en agroforestería

Se emplea para la construcción de cercos vivos, tanto de parcelas agrícolas, como corrales, huertos y hogares. También puede implementarse en barreras rompevientos o bien en lotes multipropósito.

Literatura citada

- Arias T., A. A., Valverde V., M. T., Reyes S., J. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología para el Desarrollo Sostenible, A. C. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 80p.
- BDMTM (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana). 2009. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. UNAM. México D.F. Disponible en: http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/atlas.php?_mo=moe Consultado el [20/09/11].
- Malda B., G., Jiménez C., P. R. y Martínez M. 2009. Plantas del Parque Nacional del Cimatario aptas para la reforestación y diseño de áreas verdes: guía de propagación y manejo en vivero. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: <http://www.uaq.mx/FCN/naturaleza/>. Consultado el [20/09/11].
- Pizzetti, M. 2003. Guías de la naturaleza: cactus. 3ª Ed. Grijalbo. Trad. M. Serrano y F. Vallespinos. Barcelona. 383 p.
- Scheinvar, L. 2004. Flora cactológica del estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 390 p.

Yucca filifera

Se le conoce como Isote, Yuca, palma china.

Clasificación Taxonómica

Su nombre científico es *Yucca filifera* (Chab.) y pertenece a la familia Agavaceae.

Sinonimia

Yucca australis (Engelm.)

Yucca baccata australis (Engelm.)

Datos geográficos

Especie nativa de México. Se distribuye desde el norte hasta el centro del país; las principales poblaciones se concentran en Nuevo León, sur de Coahuila, Norte de San Luis Potosí y oriente de Zacatecas (Nava *et al.*, 1980), pero también se registran poblaciones en Hidalgo, Querétaro, México y Tlaxcala (Villa, 1967).

Características fenotípicas

Malda *et al.* (2009) la describe como una planta arborescente, es una palma que llega a medir hasta 10 m de altura y 90 cm de diámetro. Tallo monopódico y robusto en la parte baja, posteriormente se ramifica y se cubre y en gran parte por sus hojas muertas (Figura 53).



Figura 53. Ejemplar de *Yucca filifera* en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Sus hojas son lanceoladas, de 34 a 45 cm de largo, rígidas, coriáceas, de color verde oscuro, con una espina terminal, márgenes fibrosos y dispuestas en rosetas terminales.

Inflorescencia colgante y densa. Flores de blancas a crema de 3 a 4.5 cm de largo, en racimos (Figura 54). La floración puede comenzar en febrero y finalizar en mayo (Rentería, 2000).



Figura 54. Inflorescencia de *Y. filifera*.

Fruto Oblongo de 5 a 7.5 cm de longitud por 2.2 a 2.7 cm de diámetro, carnosos, colgante. Fructifica de marzo a mayo y madura hasta agosto (Rentería, 2000).

Semillas de aproximadamente 7 mm de largo, semicirculares y negras.

Interacciones

Esta especie crece en las partes altas y medias de las laderas. Bajo estas condiciones la especie sufre una competencia ínterespecífica con: nanofanerófitas, caméfitas, y hemicriptófitas incluyendo *Larrea divaricata*, *Flourenacia cernua*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia spp.* *Parthenium argentatum*, *P. incanum*, *Setaria leucophila*, *Boutelova karwinskii* y algunas otras especies de menor importancia (SIRE, 2006).

Requerimientos

Crece en zonas áridas con suelos de origen calcáreo, de textura Arcillo-limoso, poco profundos, pedregosos, con pendientes, con pH de neutro a alcalino (6.0-6.7), bajos contenidos de materia orgánica. Se desarrollan en temperaturas medias de 23-30°C, resiste de hasta -12°C y de 41° C. Crece en lugares cuya precipitación va desde 250 mm hasta 550 mm anuales (Malda *et al.*, 2009; SIRE, 2006).

Cultivo

SIRE (2006) proporciona el siguiente paquete tecnológico.

Propagación

La reproducción de esta especie es por semilla. El fruto se recolecta en agosto, cuando alcanza una coloración café-amarillento, principalmente del suelo.

Los dátiles se ponen a secar al sol por 4 días, después se les quita la cáscara. La semilla en recipientes secos a una temperatura de 0 °C, puede permanecer viable hasta por 10 años con una germinación de 38 a 57%.

Las semillas necesitan un tratamiento de estratificación; se deja en agua la semilla, dentro del refrigerador durante dos días, cambiando el agua a las 24 horas.

Se siembra la semilla en bolsas de polietileno negro de 15-20 cm de ancho por 20-35 cm de largo, a una profundidad de 1.5 cm con riegos pesados tres veces a la semana.

Se debe cubrir con zacate seco para proteger el suelo y las semillas contra el impacto de la lluvia. Una vez que germina se quita la protección.

Se recomienda regar a saturación cada dos o tres días cuando no llueve, así como realizar deshierbes frecuentes para evitar plantas indeseables que compitan por agua, nutrimentos o luz.

La duración promedio de la planta en vivero es de aproximadamente 24 a 36 meses, contando a partir de la siembra en almácigo.

Densidad de plantación

Se recomienda plantarlas con espaciamientos de 3x3 m entre planta, bajo el diseños “tresbolillo” o “marco real” en cepa común (40x40x40 cm).

Época de plantación

Se recomienda sembrar durante los meses de verano.

Régimen de humedad

Se recomienda regar a saturación cada dos o tres días cuando no llueve. Es conveniente realizar deshierbes frecuentes para evitar plantas indeseables que compitan por agua, nutrimentos o luz.

Control de malezas

Se deben realizar deshierbes alrededor de la planta durante los tres primeros años en forma de cajeteo de un metro de diámetro alrededor de la planta.

Otras actividades

Protección

Para proteger a la plantación contra factores de disturbio se recomienda colocar una cerca perimetral alrededor de la plantación durante los primeros tres años de edad.

Preaclareos, aclareos y cortas intermedias

Es conveniente realizar cortas de aclareo para eliminar individuos plagados, enfermos, muertos o dañados.

Construcción y limpieza de brechas cortafuego

Para prevenir los daños por incendios, se recomiendan abrir y mantener brechas cortafuego de tres metros en el perímetro de la plantación. También se debe hacer

control de desperdicios y materia orgánica seca, para disminuir la presencia de material combustible.

Usos

Alimento

Principalmente se utiliza la flor la cual se prepara en diversos guisos. También los frutos son comestibles.

Construcción

Los troncos son usados en la construcción de viviendas rústicas.

Combustible

También es común usar sus hojas como un combustible para uso doméstico.

Fibras

Las hojas son materia prima para la obtención de fibras de buena calidad en la industria textil. Con ésta se fabrican sacos y cuerdas que se utilizan en el relleno de cojines para los animales de carga (Malda *et al.*, 2009; Maldonado, 1985).

Forraje

En algunas zonas se usan las partes tiernas de los tallos, y la base de las hojas jóvenes y las inflorescencias inmaduras como forraje para el ganado (Maldonado, 1985). El fruto se ha probado como alimento de conejo de la raza Nueva Zelanda, combinado en 50% de alimento balanceado comercial (Malda *et al.*, 2009).

Ornamental

Se utiliza como planta de ornato y es común encontrarla en las avenidas y/o carreteras de algunas ciudades.

Otros

Celulosa

Se utiliza para la industria de la celulosa en la fabricación del papel kraft (SIRE, 2006).

Sustancias activas

Esta especie es una fuente natural de hormonas, destacando por su cantidad de sarsapogenina la cual se emplea en la elaboración de anticonceptivos (Maldonado, 1985).

Aceite

De su semilla se puede extraer aceite comestible.

Jabón

Sus hojas y raíces se emplean como sustitutas de jabón.

Servicios ambientales

Es una especie de importancia en la restauración y protección del suelo. En el desierto de Chihuahua es usada para contener pequeños arroyos de agua (SIRE, 2006).

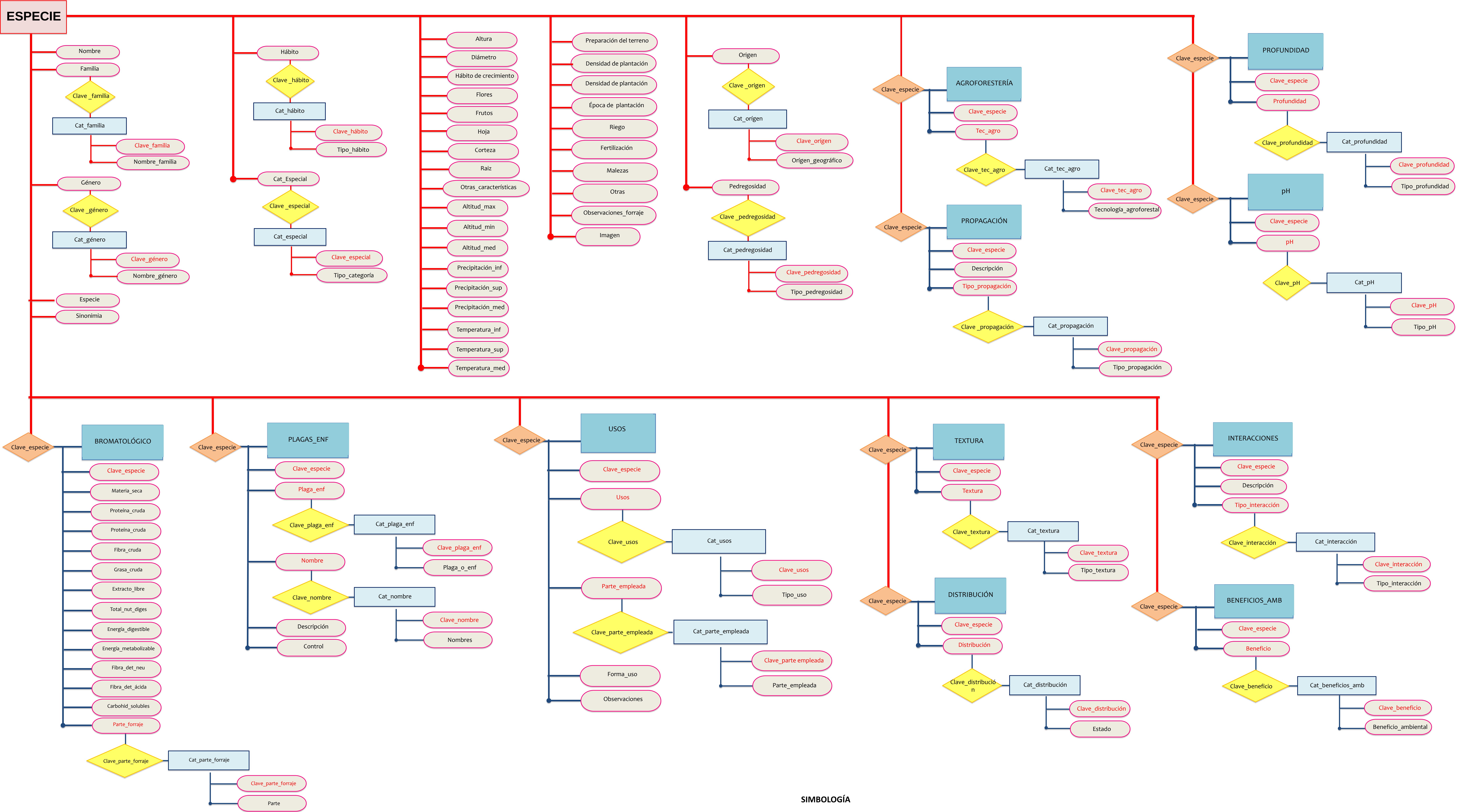
Uso en agroforestería

Esta especie es común observarla en huertos familiares y cercos vivos en las comunidades rurales, pero también podría emplearse como árbol en cultivos, en la construcción barreras rompeviento, como vegetación en contorno y en lotes multipropósito.

Literatura citada

- Malda B., G., P. R. Jiménez C. y M. Martínez. 2009. Plantas del Parque Nacional del Cimatario aptas para la reforestación y diseño de áreas verdes: guía de propagación y manejo en vivero. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: <http://www.uaq.mx/FCN/naturaleza/>. Consultado el [18/09/11].
- Maldonado A., L. J. 1985. Descripción y desarrollo de Ciencia Forestal. INIF. México. 10 (58): 36-58.
- Nava, R., R. De Luna, R. Reynaga y R. García. 1980. Ecocultivo de *Yucca filifera* en las zonas áridas de México. Serie El Desierto. Vol 3. pp. 145-171.
- Rentería A., L. I. 2000. Dinámica del crecimiento de hojas, flores y frutos de *Yucca filifera* Chabaud y el efecto de *Tegeticula yuccasella* Riley sobre la producción de semillas en Linares, N. L. México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. 54 p.
- Sistema de Información para la Reforestación (SIRE). 2007. Paquetes tecnológicos *Yucca filifera*. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional para la Conservación de la Biodiversidad (CONABIO). 4 p. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1016Yucca%20filifera.pdf> Consultado el [20/10/2011].
- Villa, V.J. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología y distribución geográfica de *Yucca filifera* Chab. y *Y. decipiens* Trel. en el estado de San Luis Potosí. Tesis profesional. Esc. Nac. Cien. Biol. IPN. México, D.F

Anexo 2. Diagrama Entidad-Relación



SIMBOLOGÍA

Entidad

Relación

Atributos

Ligas

ANEXO 3. MANUAL DEL USUARIO

ÍNDICE

Sobre el Sistema para la Selección de especies perennes de uso múltiple.	264
Adquisición de datos	264
Variables consideradas	264
Consulta, Ingreso y actualización de la información	268
Búsquedas	270

Sobre el Sistema para la Selección de especies perennes de uso múltiple

El presente Sistema es realizado como parte del proyecto para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible otorgado por la Universidad Autónoma Chapingo.

Tiene como objetivo proporcionar una base de datos de especies perennes de uso múltiple, que sea útil en la selección de especies al diseñar plantaciones tanto forestales como agroforestales.

Considera únicamente especies que crecen de manera silvestre dentro de las zonas áridas y semiáridas de México, aunque también pueden encontrarse en otros ecosistemas.

En ésta versión únicamente se incluyen especies del municipio de Ixmiquilpan en el estado de Hidalgo, las cuales fueron encontradas con las características mencionadas anteriormente.

Adquisición de datos

Las especies que se incluyen fueron señaladas a través del conocimiento popular de los habitantes del lugar.

Los datos de las especies se obtuvieron mediante la revisión de literatura; artículos científicos, libros y bases de datos. Se dio prioridad a la información referida México.

Variables consideradas

La información se divide en 8 pestañas generales (Figura 3):

Datos generales	Datos geográficos	Descripción fenotípica	Interacciones	Requerimientos	Cultivo	Usos	Imagen
-----------------	-------------------	------------------------	---------------	----------------	---------	------	--------

Figura 3. Pestañas de información.

Datos generales

Clave. Es el número asignado por el usuario a cada especie, éste no puede repetirse y siempre debe de existir.

Nombre común. Son los nombres comunes con los que se le conocen a la especie de interés dentro del país.

Estatus de conservación. De acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 en que categoría se encuentra la especie.

Clasificación taxonómica. Se cuenta con un campo en el que se indica la *Familia* botánica a la pertenece, otro para el *Género*, para la *Especie* y uno más para las *Sinonimias* más comunes que puede tener.

Datos geográficos

Origen. Se indica si la especie en cuestión es nativa, endémica, naturalizada o exótica con respecto a México.

Distribución en México. Se muestran los estados de la República en la que se encuentran.

Descripción fenotípica

Hábito de crecimiento. En este campo se incluye el hábito de crecimiento que tiene la planta cuando es adulta.

Diámetro. Es el máximo diámetro promedio en centímetros que alcanza la especie.

Altura. La máxima altura promedio en metros a la que puede llegar la planta.

Descripción de *hoja, flor, fruto, raíz, espina, corteza.* Se muestran las características que presenta cada especie de forma resumida.

Otras características. En el caso de que presente datos adicionales que no puedan ser incluidas en los campos anteriores se anotaron en éste.

Interacciones

Interacciones con otras especies. Se indicando el tipo de interacción (Positiva o Negativa) y su descripción (con que especies la presentan y como es la relación).

Requerimientos

Altitud. Se indica en metros la altitud *mínima, media y máxima* promedio a la que se encuentra la especie de acuerdo a la disponibilidad de datos.

Temperatura. Se presenta en grados centígrados la temperatura *mínima, media y máxima* anual en las que se encuentra la especie.

Precipitación. La precipitación se muestra en milímetros; *mínima, media y máxima* anuales.

Suelo. Para el suelo se toman en cuenta las diferentes *Texturas, Profundidades y pH* en las que pueden desarrollarse. También la máxima pedregosidad tolerada.

Cultivo

Propagación. Se indica si la propagación es sexual o asexual y cómo se hace en cada caso.

Preparación del terreno. Labores que se deben de hacer antes de realizar la plantación.

Densidad de plantación. Espaciamiento y método de siembra recomendado.

Época de plantación. Fechas en las que se indica conveniente plantarlas en su lugar de destino.

Riego. Cantidad y frecuencia recomendada.

Fertilización. Dosis recomendada.

Malezas. Como se realiza el deshierbe y con qué frecuencia.

Otras. Cualquier otra actividad que se recomiende realizar para un cultivo exitoso.

Plagas y enfermedades. Se indica si se trata de una plaga o enfermedad, su nombre científico o común, la forma en que afecta a la planta y su control.

Usos

Usos. Se indica el tipo de *uso* que tiene la planta, la *parte* o *partes* empleadas para ello, la *forma de uso* y algunas *observaciones* de estudios que se han realizado o bien de contraindicaciones.

Composición química de especies de interés forrajero. Se muestran los resultados de los estudios químicos realizados a las especies. Se incluye: *MS=Materia Seca*, *PC=Proteína Cruda*, *FC=Fibra Cruda*, *GC=Grasa Cruda*, *C=Cenizas*, *ELN=Extracto Libre de Nitrógeno*, *Total ND= Total nutrientes digestibles*, *ED=Energía digestible*, *EM=Energía Metabolizable*, *FDN=Fibra Detergente Neutra*, *FDA=Fibra Detergente Ácida*, *CS= Carbohidratos solubles*.

Beneficios ambientales. Beneficios que ofrecen las especies documentados.

Usos actuales y potenciales en agroforestería. Tecnologías agroforestales en las que son integradas actualmente o en las que tienen potencial para ser incluidas.

Imagen

Se muestra la imagen de la especie.

Consulta, Ingreso y actualización de la información

Para consultar el sistema es necesario contar con el Access 2007 ®.

Una vez abierto el programa, en el panel de exploración que se encuentra en la parte izquierda se pueden apreciar las tablas , consultas  y formularios .

Del apartado de formularios se selecciona (doble click) el que tiene el nombre de **Consulta** (Figura 4).



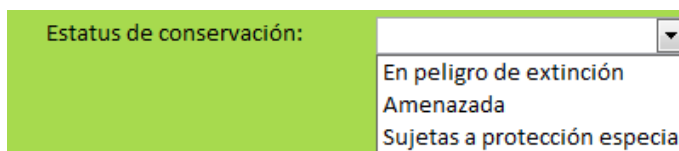
Figura 4. Interfaz del programa, formulario "Consulta".

Una vez desplegado se pueden consultar los datos desplazándose a través de las pestañas de información (parte superior) de acuerdo a lo que se desee conocer de la especie y a través de los registros presionando las flechas (parte inferior) para examinar otras especies: para avanzar a otra especie (siguiente registro) , para regresar a la anterior (registro anterior) , para avanzar hasta la última (último registro)  y para regresar a la primera (primer registro) .

Para ingresar información de una especie nueva es necesario situarse en un registro vacío, para lo cual se presiona el botón Nuevo registro , situado en la barra inferior.

El ingreso de información a un campo se puede realizar de dos formas; escribiendo directamente en él o mediante la selección en un menú ya establecido, según sea el caso. Por ejemplo para indicar el *Estatus de*

conservación de la especie solamente se tiene que seleccionar la opción válida para la especie en cuestión (Figura 5).



The image shows a web form with a green background. On the left, the text 'Estatus de conservación:' is displayed. To its right is a dropdown menu. The menu is open, showing three options: 'En peligro de extinción', 'Amenazada', and 'Sujetas a protección especial'. The first option, 'En peligro de extinción', is highlighted in blue.

Figura 5. Ejemplo de ingreso de información mediante menú.

Para actualizar o cambiar información simplemente se borra la actual y se agrega la deseada siguiendo las instrucciones de ingreso de información.

Búsquedas

Las búsquedas pueden realizarse bajo las siguientes variables:

Datos generales

Nombre común

Familia

Género

Especie

Estatus de conservación

Temperatura (°C)

Precipitación (mm)

Textura

Profundidad

pH

Pedregosidad

Usos

Datos geográficos

Origen geográfico

Distribución en México

Usos.

Parte empleada

Beneficios ambientales.

Requerimientos

Altitud (m)

Usos actuales y potenciales en agroforestería

Para realizar una búsqueda es necesario abrir el formulario **Búsqueda**. En él se presentan todas las variables disponibles para efectuar tal acción, únicamente se debe de escribir la palabra o cantidad deseada (según sea el caso), o bien seleccionar de los catálogos existentes para realizar la búsqueda y presionar el botón *Buscar* (Figura 6).

Figura 6. Formulario para búsqueda.

Entonces el programa genera una consulta en la que se muestran los registros que cumplen las condiciones establecidas. Mostrando siempre la Familia, Género y especie a la que pertenece el ejemplar, el número de registro que tiene y la variable en la que se realizó la búsqueda (Figura 7).

Búsqueda				
No				
FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE CC	NÚMERO
Agavaceae	Agave	americana	Maguey	2
Agavaceae	Agave	salmiana	Maguey manso	4
*				

Figura 7. Tabla generada a partir de búsqueda.

Otra forma de realizar una búsqueda rápida es en el formulario **Consulta**; en la parte inferior se encuentra un cuadro con la palabra buscar, ahí se escribe la palabra o número deseado y el sistema buscará las coincidencias los registros resaltándolas. Para buscar todas las coincidencias en el teclado de la computadora se presiona *Enter*, e irán pasando una a una (Figura 8).

Especies perennes de uso múltiple

Datos generales | Datos geográficos | Descripción fenotípica | Interacciones | Requerimientos | Cultivo | Usos | Imagen

Clave: 2

Nombre común: Maguey

Estatus de conservación:

Clasificación taxonómica

Familia: Agavaceae

Género: Agave

Especie: americana

Sinonimia: Agave altissima, Agave complicata, Agave felina, Agave gracilispina, Agave melliflua, Agave ramosa, Agave rasconensis, Agave subzonata, Agave zonata

Registro: 2 de 28 Sin filtro Maguey Bloq Num

Figura 8. Búsqueda rápida en formulario Consulta.