

ECOLOGÍA Y USOS DE ESPECIES FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL DE LAS ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO

MARTÍN MARTÍNEZ SALVADOR



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro de Investigación Regional Norte Centro
Sitio Experimental La Campana
Cd. Aldama, Chihuahua, Diciembre de 2013
ISBN 978-607-37-0177-8 LIBRO TECNICO No. 5

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**

LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ
Secretario

LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA
Subsecretario de Agricultura

PROF. ARTURO OSORNIO SÁNCHEZ
Subsecretario de Desarrollo Rural

M.C. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS**

DR. PEDRO BRAJCICH GALLEGOS
Director General

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

MSc. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. LUIS CARLOS GUTIÉRREZ JAIME
Coordinador de Administración
y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ
Director Regional

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES
Director de Investigación

DR. JOSÉ VERÁSTEGUI CHÁVEZ
Director de Planeación y Desarrollo

LIC. DANIEL SANTILLÁN AGUILAR
Director de Administración

MC. MANUEL GUSTAVO CHAVEZ RUIZ
Director de Coordinación y Vinculación en Chihuahua

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F.
Teléfono (55) 3871-8700

Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México

ISBN 978-607-37-0177-8

Primera Edición 2013

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México

EDITOR

Dr. Martín MARTINEZ SALVADOR¹

¹Investigadores del Sitio Experimental La Campana

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Norte-Centro
Sitio Experimental La Campana-Aldama
Aldama, Chih., México.
Diciembre, 2013

Índice

	Pág.
CAPÍTULO I.....	9
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL ORÉGANO (<i>Lippia berlandieri</i> Schauer) Martín Martínez Salvador, José Luís Blando Navarrete, Carlos Morales Nieto y Martín Gómez Cardenas	
CAPÍTULO II.....	42
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL MEZQUITE (<i>Prosopis</i> spp.) Julio Cesar Ríos Saucedo, Martín Martínez Salvador y Aldo Saúl Mojica Guerrero	
CAPITULO III.....	69
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA LECHUGUILLA (<i>Agave</i> <i>lechuguilla</i> Torrey) José Luís Blando Navarrete, Salvador Baca Marín y Martín Martínez Salvador	
CAPÍTULO IV.....	90
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL SOTOL (<i>Dasyllirion</i> spp.) Antonio Cano Pineda, Oscar Ulises Martínez Burciaga y Martín Martínez Salvador	
CAPÍTULO V.....	106
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL MAGUEY VERDE (<i>Agave</i>	

	Pág.
<i>salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>) Martín Martínez Salvador, Ricardo Mata González, Diodoro Granados Sánchez y Martín Gómez Cardenas	
CAPÍTULO VI.....	139
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA CANDELILLA (<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.) Antonio Cano Pineda, E. Edith Villavicencio Gutiérrez y Martín Martínez Salvador	
CAPÍTULO VII.....	173
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA DAMIANA (<i>Turnera diffusa Willd. ex Schult.</i>) Jorge Arnoldo Villegas-Espinoza, Bernardo Murillo- Amador, Martín Martínez-Salvador, Edgar Omar Rueda- Puente y Ricardo David Valdez-Cepeda	
CAPÍTULO VIII.....	202
CARACTERIZACIÓN DEL PALO FIERRO (<i>Olneya tesota</i>) EN SONORA, MÉXICO Miguel A. Parra Galindo, Enríque Enríquez Carrillo, Felipe Ramírez Moreno y Martín Martínez Salvador	

PRÓLOGO

En la región árida de México la agricultura con cultivos convencionales se dificulta por la escasez de lluvia, por lo que los habitantes hacen uso y manejo de especies nativas del ecosistema árido como una alternativa para obtener recursos para la manutención familiar.

Entre las especies más aprovechadas se encuentran el orégano, la lechuguilla, la candelilla, el mezquite, el palo fierro, el sotol, la damiana, los agaves, cactaceas y una larga lista de especies con menores tasas de aprovechamiento pero no por ello menos importantes. Las especies del desierto tienen gran valor comercial en sus hojas, tallos, bulbos, flores, etc. Esta situación genera la necesidad de implementar planes de manejo de los recursos naturales bajo un esquema sustentable. Sin embargo, el conocimiento científico en relación con aspectos ecológicos de las poblaciones, comunidades y el medio físico donde crecen estas especies es aún insuficiente, lo cual limita a su vez el adecuado diseño de programas de manejo que protejan a las poblaciones aprovechadas, promuevan la conservación de su diversidad genética y el incremento de la producción y productividad.

En diversas regiones del norte de México la recolecta o aprovechamiento usualmente se realiza en áreas con mayor densidad de individuos de la especie de interés y/o con mayor cercanía a los centros de población. Estos procesos ordinarios de uso de recursos de zonas áridas y semiáridas han contribuido a la disminución en la superficie de poblaciones de maguey en la región sureste de Zacatecas; de orégano y lechuguilla en el semidesierto Zacatecano, la Comarca Lagunera y el semidesierto de Chihuahua; candelilla en

Coahuila, Zacatecas y Chihuahua; sotol en Chihuahua y Durango; palo fierro y *Agave angustifolia* (bacanora) en Sonora y damiana, orégano y mezquite en Baja California Sur, etc. Contribuyendo a procesos graduales de cambio en la estructura y composición de las comunidades donde habitan especies de valor comercial y en casos extremos a la pérdida de cubierta forestal, incrementando el potencial de erosión y pérdida de productividad.

La presente publicación contiene una serie de fichas técnicas, las cuales integran información de los ecosistemas en los que crecen especies de interés comercial de las zonas áridas de México, de los usos más comunes de dichas especies, así como gráficos de su distribución potencial. La información contenida en el documento es importante para el conocimiento básico de las condiciones en las que habitan estas plantas. Este documento forma parte del proyecto “Patrones de distribución e indicadores de productividad para el aprovechamiento y conservación de especies forestales de Zonas Áridas”, el cual fue financiado por el fondo sectorial CONACYT CONAFOR con el objetivo principal de desarrollar procedimientos para la clasificación de potencial productivo y zonificación forestal de las zonas áridas en las que se realizan prácticas de aprovechamiento de especies de interés comercial.

EL EDITOR

CAPÍTULO I

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL ORÉGANO (*Lippia berlandieri* Schauer)

Martín Martínez Salvador¹, José Luís Blando Navarrete²,
Carlos Morales Nieto³ y Martín Gómez Caredenas



Población de oregano (*Lippia berlandieri*) en Cuatrociénegas, Coahuila. (CONAFOR, Inventario Nacional Forestal NUMNAL 25230) (Fotos: Carlos Lara y J. S. Sierra).

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama.

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

³Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valles Centrales, Oaxaca, Oax.

Introducción.

El orégano en México es un nombre que se refiere más propiamente a un sabor que a una planta en particular, por lo que un gran número de especies vegetales silvestres se conocen y utilizan como orégano (Robledo, 1990). Almeida (1991) menciona que la importancia fundamental de las especies conocidas como orégano radica en sus propiedades organolépticas derivadas de sus atributos como saborizantes o sazonzadores de los alimentos, menciona también que el avance científico ha encontrado otras propiedades químicas a un gran número de plantas permitiendo entonces la sustitución sintética de aquellas donde hay demanda y su costo lo justifica.

El nombre orégano proviene de la palabra griega “*Origanum*” y se deriva de dos palabras, “oros” montaña y “ganos” alegría, en alusión a la apariencia festiva que le da esta planta a las laderas de las montañas donde crece (Olivier, 1997).

El orégano era conocido por las antiguas civilizaciones que bordeaban el mar mediterráneo y en la Roma antigua era símbolo de paz y felicidad. En el siglo XVI diversas plantas del genero *Origanum* fueron utilizadas como orégano y más tarde los colonizadores de América comenzaron a utilizar como orégano algunas plantas nativas de esta región ((Clapouzos, 1954), Loewenfeld y Bak (1978) en Robledo (1990)); por su parte la Dirección General Para el Desarrollo Agroindustrial (1982) menciona que gran parte del las especies utilizadas como orégano son originarias de México aunque hay especies semejantes en varios países del mediterráneo.

Con el nombre genérico de orégano se conoce a diversas especies de plantas pertenecientes a las familias verbenaceae, labiadas y compuestas, abarcando 170 géneros. Las especies más importantes en México desde el punto de vista económico son: *Lippia berlandieri* y *Lippia palmeri* (Lawrence, 1984). Por su parte los principales tipos de orégano de importancia económica en el mundo son: MEXICANO (*Lippia berlandieri* Schauer o su sinonimia *Lippia graveolens* HBK y *Lippia palmeri*), TURCO (*Origanum onites* L.), GRIEGO (*Origanum vulgare* ssp. *Hirtium* (Link) letswaart). ESPAÑOL (*Coridohymus capitatus* (L.) Hoffmanns y Link) (Lawrence, 1984).

Martínez (1997) reporta para México 16 especies utilizadas como orégano; las cuales pertenecen a diferentes familias y se distribuyen a lo ancho y amplio de la república mexicana. El cuadro 1 nos muestra una relación de los oréganos en México así como sus características principales y su área geográfica de distribución. De estos oréganos utilizados en la República Mexicana 9 géneros y 14 especies son objeto de comercialización. Estos pertenecen a las familias Verbenáceae, Labiadas, Compuestas y Leguminosas (Maldonado, 1991), destacando por su alta comercialización la especie *Lippia berlandieri* Schauer, la cual se comercializa con mayor intensidad, esta especie es la que cubre casi el 100% de las exportaciones de México hacia otros países.

Cuadro 1. Los oréganos de México.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Gardoquia micromerioide</i> Helms	Labiadas	Guadalcazar, San Luis Potosí	Subarbusto de unos 30 cm, con hojas opuestas, sésiles, linear-oblongas o angostamente lanceoladas de 6-18 mm; Flores bilabiadas, azules, solitarias y axilares, con el cáliz morado de unos 15 mm.
<i>Hedoma floribunda</i> Standli	Labiadas	Sonora, Guicorichi, Chih.	Planta herbácea de hojas opuestas, aromáticas, con flores bilabiadas de color lila pálido.
<i>Hedoma patens</i> Jones	Labiadas	Chihuahua	Planta herbácea, pequeña, de hojas opuestas, aromáticas; flores bilabiadas de color lila.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Hyptis albida</i> H. B. K.	Labiadas	Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, San Luis Potosí	Arbusto de 1.5 a 4 m, estrellado-tomentoso, de hojas, lanceoladas-oblongas-ovadas, agudas o acuminadas de 2.6 cm, crenado aserradas; flores espigado-paniculadas; cáliz lanoso, corola azul, bilabiada, con 4 estambres.
<i>Lantana involucrata</i> L.	Verbenaceae	En casi todo el país en lugares de clima cálido	Arbusto de 50 cm a 4 m; hojas opuestas; ovadas u oblongas-ovadas o elípticas, toscamente crenadas ásperas arriba, de 1 a 6 cm; flores lilas o blancas, pequeñas tubulosas; con el tubo de 6 a 8 mm; fruto azul.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Lantana velutina</i> Mart. Et cal.	Verbenaceae	En casi todo el país en lugares cálidos	Arbusto aromático hasta de 1 m, de hojas opuestas, crenadas, ásperas arriba, aterciopeladas abajo; flores pequeñas lilas, en cabezuelas; fruto negro azulado, brillante.
<i>Lippia berlandieri</i> Schauer	Verbenaceae	Dgo., Pue., Gro. Coah., Tamps., Ver., Oax., Zacatecas, S. L. P., Qro., Hgo., Jalisco, Chihuahua, Sin.	Arbusto de 1 a 2.5 cm, de hojas opuestas, aromáticas de 1.5 a 3.5 cm; flores blancas en cabezuelas largamente pedunculadas. Las hojas secas se usan como condimento.
<i>Lippia berlandieri</i> Schauer Sinonimia con <i>Lippia graveolens</i> H.B.K.	Verbenáceae	Dgo., Pue., Gro. Coah., Tamps., Ver., Oax., Zacatecas, S. L. P., Qro., Hgo., Jalisco, Chihuahua, Sin.	Arbusto de 1 a 2.5 cm, de hojas opuestas, aromáticas de 1.5 a 3.5 cm; flores blancas en cabezuelas largamente pedunculadas. Las hojas secas se usan como condimento.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Lippia palmeri</i> Wats.	Verbenáceae	Baja California, Sonora y Sinaloa.	Arbusto hasta de 2 m, hojas opuestas, ovadas o redondeado-ovadas, de 1 a 2.5 cm, toscamente aserradas, aromáticas; flores monopétalas, blancas en cabezuelas de 13 mm.
<i>Lippia palmeri</i> Wats.	Verbenáceae	Baja California, Sonora y Sinaloa.	Arbusto hasta de 2 m, hojas opuestas, ovadas o redondeado-ovadas, de 1 a 2.5 cm, toscamente aserradas, aromáticas; flores monopétalas, blancas en cabezuelas de 13 mm.
<i>Monarda austromontana</i> Epl.	Labiadas	Sonora	Planta herbácea de hojas opuestas, aromáticas; flores blanca bilabiadas, con manchas rojas en la garganta.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Monarda citriodora</i> Cerv.	Labiadas	Chihuahua y Nuevo León	Planta herbácea de hojas lineares o angostamente lanceoladas de 4 a 6 cm, olorosas; flores moradas en cabezuelas.
<i>Origanum vulgare</i> L.	Labiadas	Origen europeo	Planta herbácea de hojas opuestas, anchamente ovadas, con la base subcordada, aromáticas, que se usan como condimento.
<i>Brickellia veronicaefolia</i> (H.B.K) Gray. (Orégano de campo u orégano de cerro)	Compuestas	Desde Coahuila a Oaxaca, México y Puebla.	Planta arbustiva de unos 80 cm de hojas opuestas, de 4 a 15 mm, ovadas; de borde crenado, con pecíolo de 3-6 mm; flores azulosas o algo rosadas en cabezuelas de 12 a 17 mm

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Dalea greggi</i> Gray	Leguminosas	Sonora, San Luis Potosí, Puebla y Oaxaca.	Arbustito con ramas tomentoso-sedosas; hojas pinadas con 5-11 hojuelas ovadas u ovals de 3-10 mm. Densamente sedoso; flores papilionadas de 1 a 3 cm; gruesas, cáliz y hojas con glándulas; flores rosadas con el estandarte amarillo; fruto vellosa.
<i>Calamintha potosina</i> Schaff. (Orégano de la sierra)	Labiadas.	San Luis Potosí	Planta herbácea de hojas opuestas, lineares, aromáticas; flores anaranjadas de 1.5 cm, el cáliz con los lóbulos agudos.

Fuente: Citado en Martínez, 2001.

El orégano Mexicano.

La especie *Lippia berlandieri* es la más ampliamente cosechada en los ecosistemas semiáridos del centro y norte de México, y además es la especie que acapara casi el 100% de las exportaciones de orégano de México al mundo (Foto ilustrativa No. 1). En adelante se presenta información ecológica y socioeconómica referida a esta especie como el orégano de México.



Fotografía 1. Población de oregano (*Lippia berlandieri*) en Cuatrociénegas, Coahuila. (CONAFOR, Inventario Nacional Forestal NUMNAL 25230) (Fotos: Carlos Lara y J. S. Sierra).

Lippia berlandieri es una especie que presenta grandes ventajas de carácter económico para su almacenamiento, transporte y manejo, ya que permite compresibilidad, de tal

forma que la relación peso/volumen puede aumentarse en beneficio de su densidad económica, tolera grandes periodos de almacenamiento (hasta 18 meses) sin sufrir grandes cambios en aroma y presentación, mientras no entre en contacto con líquidos y es versátil en su forma de almacenamiento (Ríos, 1983).

En México es comúnmente utilizada como orégano, básicamente en el arte culinario, pero tiene gran potencial industrial, por lo que los volúmenes de exportación a otros países rebasan el 90% de la producción nacional. *Lippia berlandieri* rescata este olor y sabor de un aceite esencial que produce, el cual es de color amarillento y un olor intenso muy característico, estos aceites los constituyen principalmente el timol y el carvacrol.

En el cuadro 2 se muestran las sustancias principales que se obtienen del orégano mexicano.

Cuadro 2. Componentes químicos del aceite esencial del orégano en México.

Componentes	Orégano mexicano (<i>Lippia graveolens</i>)	Orégano griego (<i>Origanum vulgare</i> , subsp. Hirtum)	Orégano turco (<i>Origanum vulgare</i> , subsp. Gracite)
Aceite esencial	2.0 %	1.5 %	1.5 %
Timol	10.4 %	23.9 %	15.1 %
Carvacrol	43.7 %	12.2 %	9.9 %
p-cimeno	6.4 %	15.9 %	8.1 %

Fuente: (Silva *et al.*, 2008).

El mecanismo de acción del timol, el carvacrol y el aceite esencial contra las bacterias *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, propuesto por Lambert *et al.* (2001) está basado en la pérdida de la integridad de la membrana celular, lo que permite un incremento en la permeabilidad, afectando la homeostasis del pH y la concentración de iones. Por otra parte, también ha resultado ser buen conservador de alimentos, por lo que se ha propuesto en productos de panadería (Portillo *et al.*, 2008), carne de cerdo (Hernández *et al.*, 2008) y productos lácteos (Sotelo *et al.*, 2008).

Taxonomía.

Lippia berlandieri (Schauer) pertenece a la familia Verbenaceae. Esta especie es considerada como la de mayor importancia de acuerdo con su distribución y características aromáticas. Maldonado (1991) menciona que resaltan por su importancia los géneros *Lippia* con tres especies y *Lantana* con 2 especies. *Lippia berlandieri* es caracterizado como un arbusto aromático con una altura que va desde los 20 cm hasta los 2 metros, con tallos leñosos muy ramificados desde la base, con hojas oblongas o elípticas de 1.5 cm de amplitud y de 1 a 1.5 cm de longitud; sus hojas son finamente crenadas y muy tomentosas; pilosas, sus flores se encuentran dispuestas en espigas subglobosas, con corolas blancas zigomorfas; cuentan con 4 estambres y sus frutos son dehiscentes y secos. De acuerdo con Ortega (1987) la clasificación taxonómica de esta especie se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Taxonomía del orégano mexicano.

Reino	Vegetal
División	Antophyta
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Tubiflorales
Familia	Verbenaceae
Género	<i>Lippia</i>
Especie:	<i>berlandieri</i>
División:	Antophyta
Nombre técnico	<i>Lippia berlandieri</i> Schauer.
Nombre común:	Orégano Mexicano u orégano de castilla

Fenología.

De acuerdo con Martínez (1994) bajo condiciones óptimas de humedad, y temperaturas de 15 a 20 °C, las semillas de *Lippia berlandieri* germinan después de una semana. En seguida, al emerger la plántula a la superficie, sus hojas rudimentarias suelen absorber luz y oxígeno. El crecimiento continúa y la planta alcanza una altura de unos 15 cm en el primer año de vida. En forma natural o silvestre alcanza unos 80 cm de altura en los primeros cinco años quedando apta para su aprovechamiento; no obstante, en las condiciones como las del municipio de Durango y Chihuahua, la planta es aprovechada durante su segundo o tercer año de crecimiento, lo que genera un arrosetamiento o amacollamiento, por lo que las altura promedio que alcanza la planta van de los 55 a los 70 cm en producción silvestre.

El rebrote inicia aproximadamente 10 días después de las primeras lluvias que para el noreste de Durango se presentan a

finales de mayo y principios de Junio. Esta etapa concluye seis semanas después justo con la etapa de floración cuando la humedad empieza a desaparecer, y posteriormente la planta se empieza a deshidratar y las hojas se tornan de un color amarillento para que finalmente se desprendan y caigan entre los meses de octubre y noviembre (Martínez, 1997).

La floración se inicia de 3 a 3.5 semanas antes de que las hojas se desprendan de la planta y caigan. Las flores tienen la característica de autopolinización, el polen cae sobre el estigma produciéndose la fertilización antes de que la flor se abra; la flor está regulada por el fotoperiodo, la temperatura, los elementos nutritivos y la concentración hormonal, así como las condiciones de suelo y agua.

El fruto es una cápsula que empieza a formarse dos semanas después de iniciada la floración, luego madura coincidiendo con el amarillamiento y la caída de las hojas; las semillas de la planta caen posterior a la caída de las hojas expulsadas por la apertura de los frutos; estas son arrastradas por el viento y quedan a expensas de que se den condiciones adecuadas de humedad, temperatura y características de sitio para poder germinar; dadas las condiciones hostiles que presenta el desierto, la cantidad de semillas que logran dar origen a una nueva planta es escasa.

Distribución.

De acuerdo con Martínez (1997); Robledo (1990) y Maldonado (1991), las especies conocidas como orégano tienen una distribución cosmopolita; sin embargo las especies de la familia Verbenáceae presentan una distribución pantropical y solo un número limitado de especies se encuentran en regiones

templadas (Lawrence, 1951). Contemplando la gran diversidad florística que existe en la República Mexicana, las especies utilizadas como orégano se distribuyen en todo el territorio mexicano, *Lippia berlandieri* Schauer, es la especie más ampliamente distribuida en el país (Figura 1) en gran parte de las zonas áridas y semiáridas de los estados de Chihuahua, Zacatecas, Oaxaca, Coahuila, Durango, Querétaro, Jalisco, Puebla, Hidalgo, Veracruz y Guerrero.

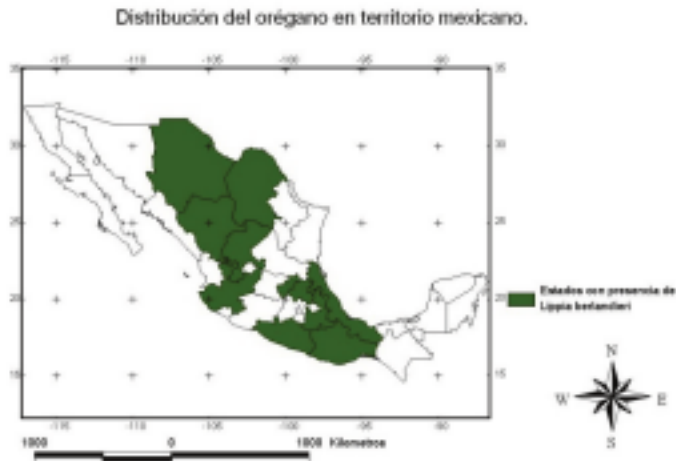


Figura 1. Mapa de distribución del orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en la República Mexicana.

El orégano (*Lippia berlandieri* Sch.) tiene una distribución potencial aproximada de 6,788,321 ha. Principalmente en los tipos de matorral desértico rosetófilo, microfilo y matorral espinoso tamaulipeco (Cuadro 4 y Figura 2).

Cuadro 4. Superficie potencial del orégano en el norte de México

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)
Matorral desértico rosetófilo	4,854,848
Matorral espinoso tamaulipeco	886,231
Matorral desértico micrófilo	795,094
Matorral submontano	117,500
Pastizal natural	49,688
Chaparral	31,138
Pastizal inducido	27,278
Matorral crasicáule	15,434
Vegetación halófila	8,531
No aplicable	2,581
Total	6,788,321

Fuente: Elaboración propia INIFAP 2008, con base en cartografía del INF serie III, Información de conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

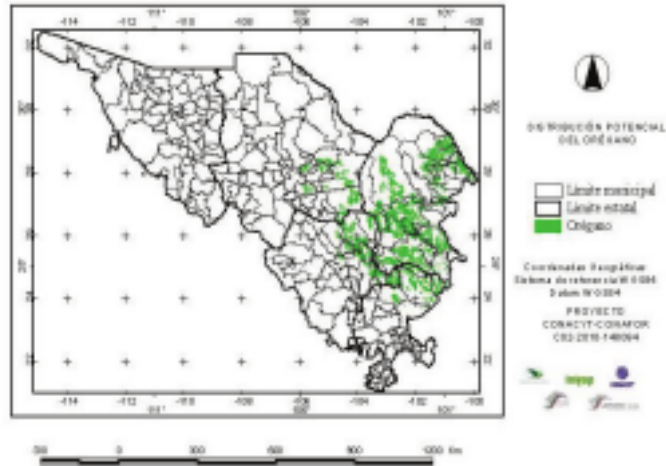


Figura 2. Mapa de distribución del orégano en el norte de México
Usos del orégano.

El orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) se utiliza ampliamente en el arte culinario como: guisados, sopas, estofados, pozole, menudo, pizzas, embutidos, etc. Cobra gran importancia en la cocina internacional en los países de Italia, Francia, Estados Unidos, México, Argentina y España, principalmente.

El orégano tiene múltiples usos medicinales (Angulo *et al.*, 2005; González *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2008) y además es útil en cosméticos, y perfumería; sobre todo a través de sus aceites esenciales y de sus oleorresinas. Sánchez (1991) señala que uno de los usos alternativos para el orégano es la obtención de aceites esenciales, las cuales se usan como aditivo en la industria de alimentos, químico-farmacéutica y de cosméticos. Obviamente esto dependerá de la calidad de los aceites esenciales la cual se mide en función de su contenido de fenoles (carvacrol y timol); el timol, conocido también como

metil – 3 – isopropil- fenol, es isómero del carvacrol, y tienen por fórmula química $C_{10}H_{14}O$ y un peso molecular de 150.11, tienen una gravedad específica de 0.976. Estos compuestos pueden producirse de manera sintética a partir de p-cimeno, son líquidos transparentes. El carvacrol es insoluble en agua, mientras el timol es muy poco soluble en esta, ambos son altamente solubles en alcohol y éter, se volatilizan en vapor de agua y su punto de ebullición es superior a los 200 °C (Merck Index, 1940).

Suelos.

Los suelos en los que se desarrolla el orégano son generalmente muy someros, con poco contenido de materia orgánica, de tipo basáltico, calizo-arcillosos o rocosos, donde el clima seco es semidesierto; en el área de distribución del orégano en el municipio de Mapimí se identifican los suelos de acuerdo al tipo de topografía en el que se desarrolla el recurso (Cuadro 5).

Lippia berlandieri se encuentra generalmente en suelos derivados de rocas calizas e ígneas, con profundidades muy someras que van de los 3 a los 15 cm, con texturas franco arenosas y con bajas cantidades de materia orgánica. Este tipo de suelos se localiza en pendientes que van del 5 a más del 100%.

Cuadro 5. Características de los suelos en el municipio de Mapimí.

Topografía	Geología	Suelo
------------	----------	-------

Cima de Sierras y Cerros	Calizas, lutitas, areniscas y conglomerados	Litsoles, regosoles, rendzinas y regosoles
Bajadas de sierras.	Calizas, lutitas, areniscas, conglomerados e ígneas extrusivas.	Xerosoles, litsoles y regosoles.
Lomeríos	Calizas, lutitas, areniscas e ígneas extrusivas.	Xerosoles, regosoles, litsoles, rendzinas y regosoles.
Valles intermontanos y pie de monte	Aluvión	Xerosoles y regosoles.

Fuente: INEGI, 2000. Carta edafológica 1:250 000

Climas.

El orégano se desarrolla generalmente en climas (S), C (wo) y Bshw, que corresponden a semicálidos húmedos, templados subhúmedos y secos con lluvias en verano.

Las temperaturas medias anuales van de los 16 a los 22 °C y precipitaciones de 250 a 300 mm, aunque en algunas regiones se han encontrado precipitaciones que van de 400 a 500 mm.

En general el orégano habita en climas de desierto y de estepas cálidos y semisecos con lluvias en verano; en

ocasiones encontramos el recurso en áreas pequeñas que ubican un microclima, con humedad superior a la media en donde el orégano crece con un porte mayor al normal; sin embargo, estas áreas contemplan superficies bastante pequeñas.

Tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación en los que se desarrolla *Lippia berlandieri* Schauer son muy similares en el área del desierto Chihuahuense en el norte de México; sin embargo, a continuación se presenta una descripción de las características de vegetación típicas de la región semiárida del noreste de Durango, noreste de Zacatecas y sureste de Chihuahua. En estas zonas es donde las poblaciones de orégano son más abundantes dentro de su área de distribución.

Los diferentes tipos de vegetación en los cuales se presenta ocurrentemente *Lippia berlandieri*, se clasificaron de acuerdo con categorías florísticas, ecológicas y características fisonómicas y estructurales; estas categorías se distribuyen siguiendo un gradiente de pendiente y de altura, delimitando claramente su área preferencial.

1. Matorral desértico rosetófilo
2. Matorral desértico micrófilo
3. Mezquitales.
4. Matorral crasicáule

Matorral desértico rosetófilo.

Este tipo de vegetación se desarrolla básicamente en terrenos someros con pendientes mayores al 20%, en los lomeríos y en

las bajadas de cimas de sierras y cerros en donde dominan las especies con hojas alargadas gruesas, coreáceas, con o sin espinas, dispuestas en forma de rosetas, caracterizando a este tipo de vegetación especies como *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Hechita* sp. (Guapilla), *Yucca* spp. (Palmas) y *Dasyliirion* spp. (Sotol); quienes conviven con candelilla (*Euphorbia antysiphilitica*) y ocotillo (*Fouquieria splendens*). Una de las especies que se encuentra presente independientemente del gradiente de pendiente es la Sangre de Drago (*Jatropha dioica*), quien convive con este tipo de matorral.

Matorral espinoso.

Esta vegetación se compone por especies de porte arbustivo, generalmente de hojas compuestas y en otras simples, en su mayoría caedizas durante el período de sequía que corresponde a la mayor parte del año; se desarrolla en suelos someros, con pendientes mayores al 10%; generalmente forman parte de la familia Leguminosae. Las especies que conforman este tipo de matorral son espinosas, entre las especies que resaltan por su valor de importancia en este tipo de vegetación tenemos: *Acacia berlandieri*, *Acacia vernicosa*, *Acacia mimosa* y *Mimosa* sp. (Uña de gato).

Matorral crasicáule.

Este tipo de vegetación está compuesto básicamente por especies con tallos y cladodios crasos (suculentos); podemos encontrar este tipo de vegetación a lo largo de todo el gradiente

de pendiente; no obstante, son las laderas y los valles, así como las bajadas de sierras los lugares predilectos para el desarrollo de las especies que forman este tipo fisonómico. Generalmente se encuentra asociado con matorral espinoso, rosetófilo ó micrófilo, se caracteriza por la dominancia de Opuntias, *Equinocactus*, *Ferocactus* y Mamilarias; entre las especies que cobran mayor importancia en este tipo de vegetación se encuentran: *Opuntia imbricata*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia violacea*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia ruffida*, *Mammillaria* spp. y *Ferocactus* spp. Estas especies realizan un tipo de metabolismo excepcional conocido como ácido crasuláceo o CAM.

Matorral micrófilo.

Esta fisonomía es la de mayor distribución; sin embargo, en la zona de influencia donde se desarrolla el orégano representa la superficie más pequeña, aunque no por eso menos significativa, está compuesta principalmente por especies arbustivas de hojas pequeñas, con o sin espinas en el que indudablemente la especie dominante es *Larrea tridentata* (Gobernadora), quien domina los paisajes de los valles del desierto y semidesierto Chihuahuense; este tipo de vegetación predomina básicamente en los valles intermontanos, al pie de monte y en las extensas planicies, donde los suelos no son tan someros e incluye a dos subtipos de vegetación que corresponden al matorral inerme y al matorral subinerme.

Matorral Inerme.

En este tipo fisonómico predominan especies sin espinas, de hojas simples, pequeñas, perennes, de robustidad arbustiva,

que está dominado por *Larrea tridentata* asociado con *Cordia greggii*, y *Viguiera brevifolia*.

Matorral Subinerme.

En este caso encontramos asociación con especies de hojas simples, sin embargo este tipo de vegetación es caracterizado por especies de porte arbustivo con hojas compuestas que generalmente forman parte de la familia Compositae, con folíolos pequeños, caedizos o perennes, con presencia de más del 25% de especies espinosas pero sin llegar al 50%, en el que encontramos especies como *Larrea tridentata*, y *Acacia* spp.; así como *Mimosa* spp.

Flujo productivo del orégano.

El flujo productivo del orégano (recolecta-consumidor final) es muy semejante en todas las regiones del México en donde se realiza esta actividad (Figura 3). En adelante se describe a manera de ejemplo el proceso que se desarrolla para los recolectores, acopiadores y comercializadores del municipio de Mapimí, Durango).

Una de las principales actividades de los habitantes de las áreas rurales es la recolección del orégano entre los meses de agosto a octubre. Este municipio aporta gran parte del volumen beneficiado y comercializado en México. Por lo que se presenta la información del flujo productivo o esquema de aprovechamiento-comercialización de la especie en este municipio, como un ejemplo análogo del proceso de aprovechamiento del orégano en el resto del País.

En el municipio de Mapimí, Durango, el orégano se distribuye

siguiendo un gradiente de pendiente y de alturas de acuerdo con cuatro sistemas de topoformas, las densidades y las dominancias que presenta la especie están en relación con el tipo de topoforma en la que se desarrolle. Así pues la mayor parte del orégano que se recolecta en el municipio es el que se produce de manera silvestre en las bajadas de sierras y cerros, así como en los lomeríos que se localizan interserranamente y en menor proporción en los valles, y en las cimas de sierras y cerros la recolección es prácticamente nula.

El proceso se inicia de 6 a 8 semanas después de que se presenten las primeras lluvias, que para el caso del municipio ocurren durante las primeras semanas de junio; esto significa que el proceso de recolección se inicia a partir de la primera semana de agosto y se prolonga hasta la segunda quincena de octubre.

La forma como tradicionalmente se realiza la recolección obedece a técnicas empíricas. En principio se inicia con el corte del follaje del arbusto, éste es realizado utilizando hoz o rozadera, desafortunadamente en ocasiones se maltrata el tallo de la planta; otra forma de realizar la corta es sin utilizar alguna herramienta y con las manos se quiebran los rebrotes del orégano, lo cual puede generar daños severos a la planta por desgajamientos. Sin embargo la práctica es cada vez más controlada y se están implementando formas y herramientas de poda menos dañinos como tijeras e implementos con mayor filo.

La recolección se realiza a nivel familiar donde madres, padres e hijos realizan actividades de poda, recolecta y parveado. Una vez recolectado el follaje de los arbustos, este se amarra en tercios (pilote de ramas que son atados con hilo rafia) los cuales son transportados a un lugar plano dentro de la misma

área de recolección, este sitio debe estar desprovisto de vegetación para iniciarse el proceso de secado. Aunque también en ocasiones el ramaje es trasladado a los patios de sus casas en donde es secado.

Cuando el orégano es secado en los patios de las casas, este se deposita sobre plásticos o lonas que impiden que una vez seco suelte las hojas sobre el suelo, dejan que el sol seque el ramaje para lo cual es suficiente de 1 a 2 días y posteriormente se realiza un vareo (parveado) para que las hojas se desprendan de las ramas y caigan sobre la lona para posteriormente ser envasadas y almacenadas ó llevadas con el comprador local.

De acuerdo con los lineamientos establecidos por los compradores locales, el orégano debe llevar como máximo un 15% de impurezas (tallos, piedras, terrones, material extraño a excrementos de insectos u otros animales) y debe estar totalmente seco, ya que si aún contiene humedad puede provocar la formación de hongos durante su almacenamiento y aumenta el peso por volumen de materia.

Cuando el orégano es secado dentro del área de recolección, se limpia totalmente un área no mayor de 40 m² en la que en la mayoría de las ocasiones no se colocan plásticos ni lonas, solo se coloca el ramaje sobre el suelo y se deja de 2 a 3 días, en ocasiones solo un día basta dependiendo de la intensidad de insolación; para posteriormente proceder al vareo, el cual se realiza sobre un plástico o lona como sucede en el caso anterior y siguiendo los mismos criterios se realiza el envasado y transporte a sus casas, para lo cual se utilizan desde animales de carga como mulas o caballos, en ocasiones carretas, o camionetas.

Ocasionalmente el comprador local compra orégano en greña o forma parte de los recolectores en predios de su propiedad o arrendados.

El orégano ya en hoja aún no beneficiada es almacenado en costales de rafia en una bodega acondicionada propiedad del acopiador local. Una vez reuniendo una cantidad adecuada, de tal manera que pueda cubrir una camioneta que generalmente es de 3 toneladas, el orégano es transportado con un comprador regional.

El comprador regional verifica la calidad especificada; almacena el recurso durante algunos días hasta que logra reunir las cantidades adecuadas para ser embarcadas hacia las plantas beneficiadoras, quienes tienen toda una infraestructura para almacenar el recurso el tiempo que así lo requiera el mercado.

El proceso de beneficio del orégano consiste en separar hojas de tallos e impurezas, dejando prácticamente solo las hojas, a las cuales se les dan diversas presentaciones en cortes, llegando en ocasiones a moler las hojas y venden el orégano molido en diversos empaques. Es realizado prácticamente durante todo el año. Las plantas beneficiadoras venden el orégano al mercado internacional y en menor proporción al mercado nacional.

Una actividad alternativa para el comprador regional es vender directamente el orégano a las centrales de abasto de diferentes ciudades de la república o a los supermercados o tiendas de especies, para que estas las distribuyan a los consumidores finales.



Figura 3. Flujo Productivo del Orégano.

Aspectos sociales.

La recolección del orégano tradicionalmente ha representado una actividad temporal para los pobladores de las comunidades donde prospera *Lippia berlandieri*, durante este período toda la familia participa en el proceso de recolección. La época de recolección se reduce básicamente a dos meses en los que resulta complicado practicar la agricultura. La recolección es una alternativa para mantener una actividad productiva y generar recursos. No obstante, la ganadería extensiva es la actividad que mayor interés cobra a nivel regional, ya que ésta es practicada todo el año. Sin embargo, la recolección del orégano cobra mayor interés los años en los que las precipitaciones son relativamente altas, ya que es en esos años cuando la producción de follaje es mejor y por tanto aumenta la cantidad de orégano recolectada por jornal. Esto trae consigo una buena derrama económica para la familia quien ve en el aprovechamiento del orégano una alternativa más para amortiguar sus gastos.

Existen limitadas estructuras organizativas para el aprovechamiento y comercialización del recurso. Diversos factores intervienen en la falta de organización tales como el carácter social del recolector, ya que se ubica toda una familia compuesta por entes que van desde niños de 5 años hasta adultos de 50 años ó más, participan hombres y mujeres por igual.

El futuro del orégano

El aprovechamiento y comercialización del orégano se ha incrementado en los últimos 20 años. Los usos de sus aceites y

propiedades se han incorporado a múltiples procesos industriales, farmacéuticos, cosméticos, etc.

En México, se continúa extrayendo bajo procedimientos tradicionales; no obstante, las técnicas de aprovechamiento y regeneración de la especie son aun elementales. Y a pesar de los múltiples estudios que se han desarrollado en relación con el orégano en México, no se ha integrado un modelo de ordenamiento de sus poblaciones que propicie un mejor desarrollo de esta planta.

Los estudios sobre plantaciones de orégano han concluido que es altamente rentable el producir esta especie de manera comercial, y que es posible obtener la misma calidad y cantidad de aceites en plantas cultivadas que el que se obtiene de la cosecha de plantas silvestres. Sin embargo, aun no existen proyectos con superficies extensas de plantaciones comerciales, más allá de las que existen con fines experimentales.

El orégano representa una alternativa potencial para ser incorporada a procesos de plantaciones en las regiones de alta productividad en las zonas semiáridas de México. Por otra parte para sus poblaciones naturales es importante desarrollar métodos de aprovechamiento sustentable con tratamientos que garanticen el buen desarrollo de su regeneración, así como el incremento en su producción.

Literatura Consultada.

- Almeida M., R. 1991. Los oréganos de México como especie según se reporta en la literatura mundial. Meléndez G., R; S. A. Ortega R y R. Peña R. (eds.) *In: Estado actual del conocimiento del orégano en México*. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo, Bermejillo, Dgo.
- Angulo C., A; D. A. Flores J; J. Tejeida C; R. Ocampo V. 2005. "Orégano: oro verde del semidesierto": *In: La riqueza de los bosques mexicanos más allá de la madera: experiencias de comunidades rurales*. López C.; S. Chanfón; G. Segura. (eds). SEMARNAT, México. pp:60-65.
- Dirección General para el Desarrollo Agroindustrial (DGDA). 1982. El desarrollo agroindustrial y el sistema alimentario. DGDA, México.
- González G., M. C; M. Soto H; G. Kite; M. Martínez V. 2007. "Actividad antioxidantes de flavonoides del tallo de orégano mexicano (*Lippia graveolens* HBK var. *berlandieri* Schauer)". *Revista Fitotecnia Mexicana*. 30 (1), 43-49.
- Hernández, M; R. Silva; A. Catonga; G. Morales. (2008). "Aplicación de aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en carne de cerdo para su conservación". Tercera Reunión Nacional sobre Orégano. Edición Especial 1-2008. 22-24 de agosto del 2007. Saltillo Coah. Méx.

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. Carta edafológica 1:250 000
- Lambert R. J. W; P. N. Skandamis; P. J. Coote; G.-J. E. Nychas. 2001. "A study of minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol". Journal of applied microbiology. 91, 453-462.
- Lawrence, B. M. 1984. The botanical and chemical aspects of oregano. Perfum. Flavorist. 9(5): 41-44, pp: 49-51.
- Lawrence, G. H. M. 1951. Taxonomy of vesicular plants. Mc Millan Publishing. New York. pp: 823. NO ENCONTRE ESTO EN EL TEXTO
- Maldonado A. L. 1991. Descripción botánica, Distribución y usos del orégano en México. Meléndez G., R; S. A. Ortega R y R. Peña R. (eds.). Estado actual del conocimiento del orégano en México. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas- Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Durango. pp 41-44.
- Martínez D. M. 1994. El manejo técnico del orégano *Lippia berlandieri* Schauer en Jalisco. SARH. Guadalajara, Jalisco, México. México. pp:16.
- Martínez S. M. 1997. Caracterización y evaluación del potencial productivo de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en el municipio de Mapimí, Durango. Tesis de Licenciatura, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas - Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Durango, México. 62 p.

- Martínez S., M. 2001. Caracterización sinecológico y económica del Orégano. Tesis de Maestría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx. 98 p.
- Merk I. 1940. Merk and Company. Fifth edition. Merk and Company. Whitehouse Station, N.J., USA.
- Olivier, G. 1997. The world market of oregano. (en) Oregano. Proceedings of the IPGRI international workshop on oregano. (Ed.) Padulosi, S. pp: 141-145.
- Ortega R., S; A. Guerrero B; A. Dávila H; A. Arredondo G; M. Arias; M. A. Martínez C. 1987. Investigación en orégano. CIFNE. Ciudad Lerdo Durango., Durango, México.
- Portillo R., M. C; S. Viramontes R; M. G. Gastélum F; L. N. Muñoz C; J. V. Torres M; G. V. Nevárez M. (2008). "Efecto antifúngico de aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer) sobre hongos contaminantes en productos de panadería". Tercera Reunión Nacional sobre Orégano. Edición Especial 1-2008. 22-24 de agosto del 2007. Saltillo Coah. Méx.
- Ríos Z., S. I. 1983. Panorama de la industrialización y comercialización del orégano. En la Segunda Reunión Nacional sobre ecología, Manejo y Domesticación de las plantas útiles del desierto. INIF. Gómez Palacio, Dgo.
- Robledo A., M. A. 1990. Aspectos ecológicos y etnobotánicos del orégano silvestre en el altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 116

p.

Sánchez, N. A; C. J. Uribe H; J. B. Hurtado R y M. A. Martínez S. 1991. Evaluación Físico-química del aceite esencial de orégano de poblaciones naturales localizadas en la zona norte de Jalisco. INIFAP - Jalisco. México.

Silva V., R; M. G. Gastélum F; J. V. Torres M; G. V. Nevárez M. 2008. Las especies de orégano en México *in* Fitoquímicos Sobresalientes del Semidesierto Mexicano: de la planta a los químicos naturales y a la biotecnología. C. N. Aguilar, México 579 p.

Sotelo A., P. M; M. Rodríguez M; M. G. Gastélum F; R. Talamás A; R. Silva V; G. V. Nevárez M. 2008. "Inhibición de patógenos relacionados con alimentos, por orégano mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer) y sal, y su aplicación en productos lácteos". Tercera Reunión Nacional sobre Orégano. Edición Especial. de agosto del 2007. Saltillo Coah. Méx. p 22-24.

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL MEZQUITE (*Prosopis* spp.)

Julio Cesar Ríos Saucedo¹, Martín Martínez Salvador² y
Aldo Saúl Mojica Guerrero³



¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama, Chihuahua.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango, Dgo.

³Consultor, Cd. Aldama, Chihuahua

Introducción

El mezquite (*Prosopis* spp.) es un género ampliamente distribuido en las zonas áridas y semiáridas de México, contiene a muchas especies con variadas características morfológicas, y aunque siempre ha sido objeto de aprovechamiento, en los últimos años se han reconocido sus múltiples usos y beneficios económicos, sociales y ambientales. El Mezquite tiene una de las maderas más notables de todas las que hay en Norteamérica, su belleza y propiedades para el trabajo rivalizan con aquellas maderas duras y finas como el roble, el nogal y el cerezo.

Este género contiene poco más de 40 especies nativas de regiones áridas y semiáridas de Norte y Sudamérica, África y Asia, con individuos desde 40 cm hasta 20 m de altura, pudiendo crecer en zonas con lluvias menores a los 100 mm anuales y soportando en verano temperaturas máximas promedio superiores a 40 °C.

El mezquite es un recurso natural con importancia económica en las regiones áridas y semiáridas del mundo, ya que su madera es usada como combustible, para construcción de cercas, sus vainas como forraje y como alimento para el hombre. Produce resina que tiene uso en la fabricación de pegamentos y barnices, mientras sus flores son importantes en la producción de miel (Buckart, 1976; Hernández, 1992).

Durante las épocas de sequía y peste de los primeros viajeros y colonos del Oeste de América, el mezquite les proveía de sobrevivencia, tanto en alimentos como en cobijo, ya que se utilizaban la mayoría de las partes del árbol.

Origen de la palabra “Mezquite”

El nombre de "mezquite" proviene de la palabra azteca de origen náhuatl para nombrar al árbol: "misquitl". Quizá el primer español que hablara del uso del mezquite por los indios fue el explorador Alvar Núñez Cabeza de Vaca, al reseñar la expedición que hiciera Pánfilo de Narváez a la Florida en 1528.

Es una planta originaria de México (Cuadro 1) y elemento característico de las zonas áridas del Norte de América, aunque su distribución se ha extendido hasta algunas regiones áridas y semiáridas de Centro y Sudamérica. En México es abundante en los estados del Norte y Centro, así como en las planicies costeras en donde se establece en condiciones áridas y semiáridas.

No obstante, en muchos lugares de México esta planta aún se considera como maleza indeseable y se combate porque se le atribuye una gran agresividad y competencia con especies forrajeras.

Cuadro 1. Los Mezquites de México.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Prosopis articulata</i> S. Watson	Fabaceae	Guaymas, Sonora, México	La planta es un arbusto erguido de 2 a 5 m de altura y con muchas ramas. El tronco es corto, con corteza lisa y parda, y las ramas son verdosas. Las espinas son axilares y en pares, de 0.3 a 3 cm de largo.
<i>Prosopis glandulosa</i> Torrey	Fabaceae	Todo México y al NE de Estados Unidos.	Los individuos mayores que crecen en rodales abiertos pueden alcanzar alturas de 7 a 13 m. Las hojas son glabras y tienen uno o dos pares de pinnas de 6 a 17 cm de largo que llevan 6 a 17 pares de foliolos cada una.
<i>Prosopis glandulosa</i> var. <i>Torreyana</i> (Benson) Johnston	Fabaceae	Todo México y al NE de Estados Unidos.	La variedad se diferencia principalmente por las características de las hojas. Los foliolos en <i>P. glandulosa</i> var. <i>torreyana</i> son de 15 a 25 mm de largo, 5 a 8 veces más largos que anchos y de 10 a 15 pares por pinna. Los foliolos de <i>P.</i>

Especie	Familia	Distribución	Características
			<i>glandulosa</i> var. <i>glandulosa</i> son por lo general de 30 a 45 mm de largo, 8 a 15 veces más largos que anchos y en 6 a 13 pares por pinna.
<i>Prosopis juliflora</i> (Swartz) DC	Fabaceae	Se la halla en todo México	La planta es un arbusto pequeño, abierto o árbol de 3 a 8 m de alto con una copa redondeada o algo aplastada. La corteza es lisa o levemente fisurada y de color pardo. Las espinas son axilares y en pares, pero algunas veces son solitarias y no se presentan sobre todas las ramas. Varían en largo de 0.5 a 5 cm; las más largas se encuentran sobre fuertes brotes basales.
<i>Prosopis laevigata</i> (Humboldt et Barpland ex Willd.)	Fabaceae	Norte de México, Tamaulipas, Oaxaca, Chiapas, Puebla	La planta es generalmente un arbusto de 2 o 3 m, pero puede crecer hasta una altura de 6 a 7 m. Las ramitas son glabras y las espinas son axilares.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Prosopis palmeri</i> S. Wats	Fabaceae	Baja California	El arbusto o árbol tiene muchas ramas, se abre simétricamente y tiene la copa aplanada. Su altura varía de 1.2 a 6 m. El tronco puede tener de 1 a 3 m de largo y alcanza un diámetro de 45 cm. La corteza es gris o púrpura oscura, despegándose en tiras largas. Las ramas son espinosas, finamente pubescentes o algo glabras.
<i>Prosopis pubescens</i> Bentham	Fabaceae	Norte de México, California, Chihuahua, Sonora.	La planta es un árbol o arbusto con ramas que se abren y de 2 a 10 m de alto. Las ramitas son delgadas y las espinas son estipulares que emergen por debajo de un manojito de hojas. Los troncos son cortos con corteza delgada, escamosa y llegan a diámetros de 30 a 40 cm.

Especie	Familia	Distribución	Características
<i>Prosopis tamaulipana</i> Burkart	Fabaceae	Tamaulipas, Vera Cruz	Los árboles son de tamaño pequeño a mediano, con copas redondeadas y troncos cortos y con corteza áspera y gomosa. Las ramas son delgadas, nudosas, verdes y colgantes como los sauces. Las espinas son axilares, de 0.5 a 1.5 cm de largo y no se presentan en todos los nudos. Las hojas son mayormente fasciculares con 1 a 3.
<i>Prosopis velutina</i> Wooten	Fabaceae	Nordeste de México, Sonora.	Los árboles individuales pueden llegar a tener hasta 18 m de altura. Donde las condiciones no han sido desequilibradas, la planta tiene un sólo tallo debido a su fuerte tendencia a la dominancia apical. Sin embargo, el meristemo apical es fácilmente dañado por los animales en pastoreo, por los insectos o por circunstancias físicas, como son las heladas.

Fuente: Elaboración propia INIFAP, 2013 para ser integrada a este libro.

El mezquite tuvo una crucial importancia de los primeros pobladores de las regiones áridas y semiáridas, por los usos que cada pueblo le dio. Los pueblos cazadores-recolectores, casi todos ellos nómadas, utilizaron al mezquite principalmente como alimento, combustible, sombra, para la elaboración de juguetes y utensilios, y como planta medicinal.

En la actualidad, el mezquite sigue presentando los mismos usos, por lo que es considerado como recurso natural de importancia en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

Taxonomía

El polimorfismo presente en el género *Prosopis* se origina por las variadas condiciones ambientales en que se desarrollan las especies de mezquite. El cuadro 2, presenta un resumen de la clasificación taxonómica del género.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
Phylum	Spermathophita
Subphylum:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledonea
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Mimosoideae
Género:	Prosopis
Especie:	Laevigata, articulata, pubescens, palmeri, Tamaulipana, glandulosa var. glandulosa y torreyana velutinajuliflora

Fuente: elaboración propia INIFAP

Distribución del mezquite en el norte de México

El mezquite se distribuye ampliamente en el norte de México, sus poblaciones son tan dominantes y clave en sus ecosistemas que forman las comunidades conocidas como Mezquiteras o Mezquitalas. El cuadro 3 y la Figura 1 muestran las superficies potenciales de distribución y de manera gráfica las zonas con mayor abundancia en las poblaciones de esta especie en el norte de México. Se observa que las comunidades mas extensas de esta especie las podemos encontrar en el regiones de los estados de Sonora, norte de Coahuila, la Comarca Lagunera, y algunas otras regiones del País que aunque no se encuentran en esta grafica son muy importantes, tales como la región de Matehuala en San Luis Potosí, Baja California y Baja California Sur.

Cuadro 3. Superficie potencial del mezquite en el norte de México

Fuente: Elaboración propia INIFAP con base en cartografía del INF serie III, Información de

TIPO DE VEGETACIÓN	SUP (HA)
Mezquital	3,669,212
Matorral desértico micrófilo	1,774,074
Vegetación de desiertos arenosos	1,747,976
Matorral espinoso tamaulipeco	1,566,097
Matorral sarcocáule	1,424,314
Matorral crasicáule	632,112
Vegetación de galería	50,671
Total	10,864,456

conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

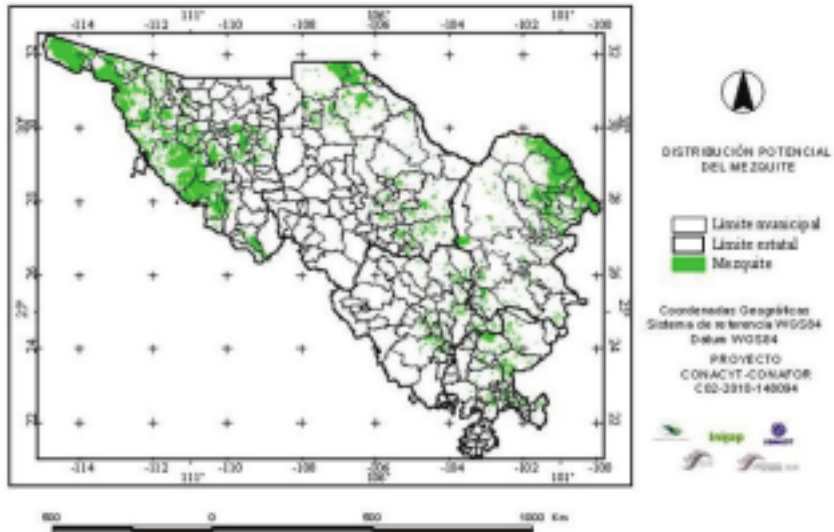


Figura 1. Mapa de distribución potencial del mezquite en el norte de México.

Usos de la planta de mezquite.

En muchas regiones de México el mezquite se ha utilizado en diversas formas debido a sus múltiples cualidades; sus características le permiten ser aprovechado en forma directa o transformarlo; es un magnífico mejorador de suelos, sus hojas depositan un mantillo orgánico de importancia considerable; fija nitrógeno al suelo, sus raíces controlan el movimiento de dunas; proporciona forraje para los animales domésticos, sirve de hábitat para la fauna silvestre, produce néctar para la elaboración de miel de abeja, sus frutos son consumidos como alimento para el humano, sus maderas es usada como leña para combustible, para construcciones rústicas, durmientes y postes.

El mezquite tiene alto poder calorífico, por lo que su uso como leña para las cocinas de las zonas rurales o para el calentamiento de las casas en invierno es ideal.

La elaboración de carbón a partir del mezquite es uno de los principales usos que se le da a las especies del género *Prosopis* en México. Las regiones de México donde se producen grandes cantidades de carbón son, sonora, Baja California Sur, Baja California, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí

Las vainas de mezquite, las cuales contienen grandes cantidades de azúcar y proteínas, así como la miel que se produce en colmenas establecidas en los mezquitalos, son dos de las fuentes alimenticias preciadas que produce esta especie

El polvo que se produce con vainas secas de mezquite es utilizado para la elaboración de repostería, pinole o dulces.

El forraje es otro de los beneficios que brinda esta especie, las vainas y ramillas tiernas son consumidas por el ganado, principalmente durante la época de escasez de forraje ó durante los largos períodos de sequía (Felker, 1981 citado por Frías *et al.*, 2000). De acuerdo con Oduol *et al.*, 1986 las vainas de mezquite tienen valores de proteína que alcanzan promedios que varían de 9 a 17% según la especie (*P. velutina*: 17.8%; *P. glandulosa*: 15.1%; *P. alba*: 11.4%). Con respecto al contenido de azúcares varían de 15 a 40% (*P. velutina*: 25.5%; *P. glandulosa*: 38.3%; *P. alba*: 35.7%).

La goma de mezquite es otra de los productos con interés internacional que es producida en mayor cantidad por algunas

especies. Este producto puede potencialmente ser utilizado para sustituir a la goma arábiga como un agente emulsificante y microencapsulante (Orozco *et al.*, 2000 citado por Carrillo y Mota, 2006). Esta goma es producida por estrés ambiental y daños mecánicos a la planta (Villaseñor (1974) citado por Carrillo y Mota (2006)).

Algunas especies de mezquite como *P. glandulosa* var. *Torreyana* y *P. velutina* se han reportado como especies medicinales, adicionalmente se menciona que el mezquite en general es un buen remedio para las afecciones faríngeas, al afianzamiento de dientes, las afecciones de los ojos y malestares estomacales (Royo *et al.*, 2004 citado por Carrillo y Mota (2006) y CONAZA-INE, 1994 citado por Carrillo y Mota (2006)).

Apicultura. Las flores constituyen una fuente valiosa de néctar para la producción de miel de alta calidad. CONAZA-INE (1994) citado por Carrillo y Mota (2006) señala que en los territorios áridos de la India, el cultivo del mezquite ha demostrado producir 1 kg de miel de abeja por año a partir de cada planta de mezquite para un total de 100 a 400 kg de miel por hectárea.

Suelos

Los mezquites se establecen en una amplia gama de suelos; pero crecen con más vigor en los suelos profundos, como en las partes bajas de los valles, mientras que su altura es menor en las laderas de los cerros o en suelos delgados. Prosperan en suelos arenosos, así como en los arcilloso-arenosos, pueden tolerar un alto contenido de sales o mal drenaje en el

suelo.

Los tipos de suelos donde generalmente crece el mezquite son sierozem y chestnut, ya que éstos con característicos de los lugares donde se encuentra distribuido el mezquite en nuestro país. Comúnmente, los suelos donde se establece *Prosopis* son de buena calidad, por lo que han sido utilizados para la agricultura, lo que originó un desplazamiento de esta especie en muchos sitios del país (CONAZA, 1994).

Clima

Los mezquites están clasificados como especies termo-xerófilas. Se localiza en condiciones climáticas diversas, que van desde los climas calientes hasta los templados y de los semihúmedos hasta los muy secos; sin embargo, su principal rango de distribución se encuentra en las zonas áridas y semiáridas del país, la temperatura media anual es de 20 a 29 °C, mientras que la precipitación media anual fluctúa de 350 a 1,200 mm. *P. juliflora* se desarrolla en sitios de hasta 1,500 mm anuales, restringida a los suelos arenosos del litoral. El aire seco y luminosidad son esenciales para la buena fructificación.

Entre las adaptaciones desarrolladas por el mezquite para persistir en climas secos destaca su profundo y amplio sistema radicular, elevada presión osmótica y la reducción del sistema foliar. Generalmente cuando desarrolla forma arbórea, indica la presencia de agua freática disponible para las raíces, por lo que los habitantes de las zonas áridas lo utilizan como indicador de posibles fuentes de agua (CONAZA, 1994).

Mezquital: Comunidad vegetal dominada principalmente por mezquites (*Prosopis* spp.). Son árboles o arbustos espinosos

de 1 a 15 m de altura en diferentes condiciones de humedad climática o edáfica. Se desarrolla frecuentemente en terrenos de suelos profundos y en aluviones cercanos a escorrentías. Es común encontrar esta comunidad mezclada con diversos elementos como huizache (*Acacia* spp.), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium* spp.), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), entre otros (FRA 2005).

Entre las comunidades vegetales en las que se distribuyen las poblaciones de mezquite en México están las siguientes: huizachal, selva baja caducifolia, selva baja espinosa, matorral espinoso tamaulipeco, matorral crasicaule, matorral sarcocaula, matorral sarco-crasicaule de neblina, matorral desértico micrófilo, matorral espinoso, vegetación de desiertos arenosos, vegetación de galería y vegetación de dunas costeras.

Flujo productivo del mezquite

La madera de mezquite es considerada altamente estable en comparación con otras maderas duras, su gravedad específica varía entre 0.7 y 1.2 (López, 1986; Felker, 1996; Pasiecznik *et al.*, 2001). Estas propiedades son idóneas para su uso como leña o carbon; sin embargo refiere a una madera difícil de secar para muebles.

La producción de leña y carbon en México no ha decrecido en los últimos 20 años, siendo los principales mercados el consumo nacional y exportaciones a los estados Unidos (Felker, 1996; CSAFR, 1997; Patch y Felker, 1997; Tripp y Arriaga, 2001; INEGI, 2003).

La comercialización de leña y carbón en Mexico se realizan por tres rutas, la primera directamente con el consumidor sin llevar

un control de comercio, la segunda mediante un mercado establecido de acopio y posterior venta a centros comerciales o distribuidores mayoristas, mientras que la tercer ruta corresponde a la del mercado internacional a través de empresas que realizan esta actividad con altos controles de calidad y siguiendo procedimientos documentados.

La figura 2 presenta un marco conceptual de la comercialización del mezquite de acuerdo a un buen funcionamiento de una cadena de valor.



Figura 2. Proceso de comercialización

Artesanías de Mezquite

Algunas mujeres en el estado de Coahuila han activado su

creatividad y hacen de la madera de mezquite una adecuada alternativa para elaborar artesanías. Conscientes de que pueden hacer más con lo que la tierra les da, también recolectan y preparan la leña, dividiéndose en dos grupos de 10 mujeres para así mejorar la producción.

El centro de operación de ambos grupos se encuentra en el ejido La Vega y El Venado, del municipio de Cuatro Ciénegas. Ahí venden sus productos, principalmente en la cabecera municipal. Además, atienden solicitudes sobre pedidos del municipio de Monclova y otros aledaños. Con todo esto, han logrado obtener una producción de 2 mil piezas por año.

Las artesanías son elaboradas con base en residuos del mezquite (*Prosopis* spp.). Estas piezas de madera representan, principalmente, las especies endémicas que alguna vez existieron en la región, como la tortuga de bisagra y el pez ciego; además de otras como caballos, coyotes, correcaminos, codornices y delfines.

Carbón vegetal de mezquite

El carbón vegetal en algunas partes de Ensenada y Sonora aprovechan de manera sustentable los árboles silvestres de mezquite, para el procesamiento y comercialización mensual de al menos 12 toneladas de carbón.

El proceso de comercialización de este producto es en base a plantas o baterías de carbonización dentro o fuera de las áreas de mezquite, el carbón es vendido al mayoreo o menudeo, existen en todo el país infinidad de casos de éxito como son Baja California y Sonora donde trabajan el embolsado y etiquetado dándole el valor agregado a la calidad del producto.

Por otra parte en el norte-centro del país Coahuila y Durango, es una de las actividades que mayor impacto ha ocasionado a zonas mezquiteras identificando áreas devastadas por esta actividad, donde no se tiene un control del aprovechamiento y los costos bajos a ocasionado producir en mayor escala de manera ilegal, donde las pérdidas del ecosistema son irreversibles.

Goma de mezquite

Los principales estados procesadores de la goma de mezquite son Sonora y San Luis Potosí, generalmente la goma se recolecta cuando presenta características comerciales deseadas, en cristales mayores a los 2 centímetros de diámetro, de color transparente claro a color ámbar semi transparente. Se selecciona y limpia a mano evitando al máximo el contacto con la piel ya que los cristales tienden a reblandecerse al tacto, para ser empacadas y pesadas en bolsas proporcionadas por el cliente o en contenedores plásticos para ser embarcados a clientes del país y alrededor del mundo (exportación).

Aspectos sociales.

La fragilidad social en las zona áridas y semiáridas, constituye un concepto con dos vertientes explicativas: por una parte, la inseguridad e indefensión que experimenta la población en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por eventos económico-sociales y/o fenómenos naturales de carácter traumático; por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utiliza dicha población para enfrentar los

efectos de tales eventos.

Metodología para el aprovechamiento del Mezquite.

El Aprovechamiento Forestal es un componente esencial para lograr el manejo forestal sostenible y constituye un proceso casi perfecto para la generación de conflictos. Por ello, su cuidadosa ejecución es importante no sólo para garantizar la sostenibilidad de los bosques sino para la continuidad de la silvicultura.

El manejo forestal es lograr un aprovechamiento forestal sustentable, que sea fuente de ingresos que contribuya a mejorar las condiciones de vida de los dueños o poseedores, y permita heredar a las nuevas generaciones bienes y servicios derivados del bosque como recurso renovable, así como sus recursos asociados, de acuerdo a los lineamientos de un Programa de Manejo Forestal.

Por ello la legislación aplicable establece que el aprovechamiento de los recursos forestales maderables deberá realizarse de acuerdo a programas de manejo en los que deberán considerar el desarrollo social, económico, ecológico y ambiental mediante un manejo integral sustentable de los recursos forestales.

Para el aprovechamiento de las poblaciones de mezquite se requiere la autorización de la SEMARNAT, dicha autorización comprenderá la elaboración de un programa de manejo que se refiere en la LGDFS.

Superficie.

La superficie forestal marcará el nivel y tipo de programa a desarrollar, el contenido y requisitos de estos niveles de programa, son determinados en el reglamento de la LGDFS (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficies y nivel del programa de manejo

Superficie Ha	Nivel del Programa de Manejo Forestal
<20	Simplificado
>20 ≤ 250	Intermedio
>250	Avanzado

Ciclo de corta y turno.

Es la organización y el control de las masas forestales para obtener un rendimiento sostenido. Tiene la finalidad de buscar el equilibrio entre el crecimiento y la producción del bosque (rendimiento y capacidad productiva) (Aguirre, 2003).

Para el caso del mezquite por su complicada estructura de crecimiento el turno está en base a su altura y diámetro basa, un turno de 50 años y 5 ciclos de corta por turno.

$$\text{Ln Alt} = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Ln DB})$$

Dónde:

Ln Alt = Logaritmo natural de la altura
 Ln DB = Logaritmo Natural del diámetro basal
 β_0 = Estimador de la ordenada al origen

β_1 = Estimador de la pendiente de la recta

Una vez obtenidos los estimadores de regresión β_0 y β_1 y su R^2 , se transforma algebraicamente el modelo logarítmico a su función lineal, dando como resultado la siguiente ecuación.

$$\text{Alt} = \text{Exp}(\beta_0) * (\text{Dn})^{\beta_1}$$

Análisis de la respuesta del tratamiento anterior.

Esto se refiere a los antecedentes de aprovechamiento que ha tenido el área intervenida como es el número y la fecha de oficio de autorización anterior, la unidad mínima bajo manejo, tratamiento aplicado (Poda).

Clasificación y cuantificación de las superficies del predio.

Se deberá cuantificar la superficie en hectáreas, del predio o conjunto de predios por aprovechar, conforme a la clasificación establecida en el artículo 28 del reglamento, indicando el porcentaje correspondiente a cada categoría, respecto al total de la superficie del predio.

Diagnóstico general.

Referente a las características físicas y biológicas de las superficies, que deberá incluir clima, suelo, topografía, hidrología, tipos y estructura de la vegetación y especies dominantes de flora y fauna silvestres.

Estudio dasométrico.

Deberá contener la descripción de la metodología del inventario en el predio, cuya confiabilidad mínima deberá ser del noventa

y cinco por ciento y un error de muestreo máximo del diez por ciento; las existencias volumétricas, densidades promedio, incrementos, edad y turno de aprovechamiento y diámetro de corta, así como las densidades residuales. Esta información deberá presentarse en totales, por unidad mínima de manejo.

Inventario.

De manera preliminar a los trabajos de inventario, se debe de elaborar el plano forestal fotogramétrico del predio y sobreponer a este, el trazo del polígono del plano legal mediante el uso de ARC VIEW, ARC MAP, ARC GIS, ETC. con la finalidad de visualizar diferencias entre ambos planos, mismas que deberán ser verificadas a mayor detalle en campo.

Ubicación del sitio.

La ubicación se define mediante la distribución de sitios en el plano forestal fotogramétrico, auxiliándonos de la fotografía aérea correspondiente, buscando siempre que la distribución de los sitios nos represente la condición media del subrodal.

Definir el radio del sitio.

Una vez seleccionado el centro del sitio, a partir de este se traza una circunferencia de 17.84 m de radio, cuando el sitio está ubicado en un terreno de 0% de pendiente y compensando la longitud radical en el sentido de la pendiente, para siempre contar con una superficie de muestreo de 1000 m².

Selección en campo del centro del sitio.

Se elige un árbol de preferencia no comercial (huizache, nopal,

etc.), como centro del sitio en el cual se elabora una marca para anotar los datos de control, es decir los números progresivos de rodal y sitio correspondientes, en caso de no contar con un árbol para tal fin, se debe colocar una estaca de 70 cm de longitud, anotando en ella los datos de control y tomándola como centro del sitio.

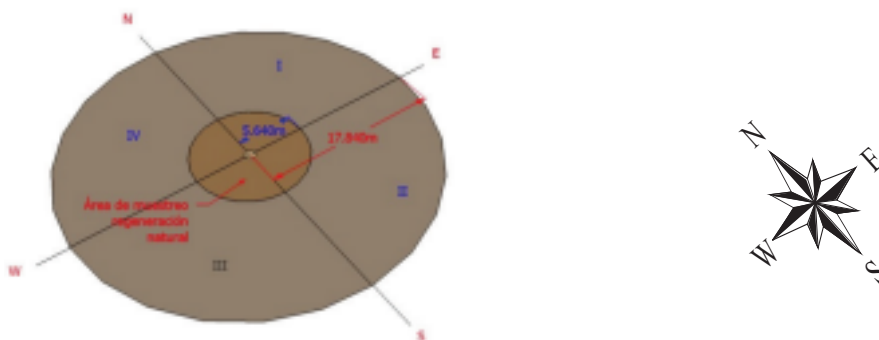


Figura 3. Esquema de centro de muestreo, en un sitio del conglomerado.

Criterios de medición para arbolado del mezquite.

Calificación del árbol. Para hacer un inventario de mezquite hay que tener en cuenta sus características morfológicas para tener una acertada estimación de volumen. En estudios realizados para cubicación de mezquite se ha encontrado que la mayor correlación que existe es el Área basal por tallo y su altura (Ríos, 2010).

Los criterios para definir cuándo se cuenta como un individuo y varios tallos está en la bifurcación de los mismos, se le denomina tallo aquellos que están bifurcados debajo de los 10 cm de altura, esto quiere decir que si en campo encontramos un mezquite con bifurcación arriba de los 10 cm de altura se cuenta como un solo árbol con un solo tallo.

Futuro del mezquite.

En las últimas décadas se ha incrementado notablemente el deterioro de los ecosistemas con vegetación forestal, no escapando a este fenómeno las comunidades de mezquite, y a pesar de que el mezquite ha sido una especie polémica y que en un periodo fue considerada como maleza y extraída en programas de desmontes, hoy se reconocen sus múltiples propiedades y usos, lo que la ubica como especie de alto valor económico, ecológico y social en los ecosistemas áridos, semiáridos y de transición de México.

Esta especie tiene un amplio potencial para la restauración y bioremediación de ecosistemas perturbados o degradados en sus áreas de distribución natural, y por su potencial de crecimiento es una especie aportadora a la mitigación del cambio climático y que contribuye notablemente al desarrollo forestal sustentable de las comunidades que le dan uso y manejo.

Literatura Consultada

Buckart, G. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae, Mimosidae) in North America. Acta Méx. 3:7-19.

- Carrillo, J. y J. L. Mota V (compiladores). 2006. Guía Legal para Dueños de Bosques en México. WWF-México. México, D.F. México. 204 p.
- Comisión Nacional de Zonas Áridas y Secretaria de Desarrollo Social (CONAZA-SEDESOL). 1994. Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México. Conaza. Saltillo. Coahuila, México.
- Comisión Nacional de Zonas Áridas-Instituto Nacional de Ecología (CONAZA-INE). 1994. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. México, D. F. 31 p.
- CSAFR, 1997. Analysis of the mesquite lumber and BBQ industry. Center for Semi-Arid Forest Resources. Annual Report 1995-1996. Caesar Kleberg Wildlife Research Institute. Texas A&M University. Kingsville, Texas. USA. pp:24-26.
- Felker, P. 1979. Mesquite. An all-purpose leguminous arid land tree. In: G.A. Ritchie (ed.). New agricultural crops. AAAS. Selected Symposium No. 38. pp:89-132.
- Felker, P. 1981 Uses of tree legumes in semiarid regions. Economic Bot. 35:174-186.
- Felker, P. 1996. Comercializing mesquite, leucaena and catus in Texas. In J. Janick (ed.) Progress in New Crops. Proceeding of the third National Symposium New Crops: New Oportunities, New technologies. ASHS Press, Alexandria, VA. pp:133-137.

- FRA. 2005. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Informe Nacional. FAO. 68 p.
- Frias H., J. T. 2000. El Mezquite, Árbol de usos múltiples: Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato. Mexico. pp 51-64.
- García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.
- Harsh, N. L. and J. C. Tewari. 1998. Prosopis in the arid regions of India: Some important aspects of research and development. *In*: Tewari, J. C.; N. M. Pasiecznik; L. N. Harsh and P. J. C. Harris (eds.) *Semi-arid zones of India*. HDRA and The Prosopis Society of India, p. 5–10.
- Hernández, R.A. 1992. El Mezquite. Vinculación 4: pp 23-26.
- Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI). 2003. Estadísticas económicas. Volumen de la producción forestal maderable y no maderable, según principales productos, 1999-2001. Disponible en: www.inegi.gob.mx/estadistica/espanol/economia/ganaderia/gan_07.html. Consultado en agosto del 2012.
- López G., J. J. 1986. Tecnología Forestal. En: Medina T., J. J. y L. A. Natividad B. Metodología de Planeación Integral de los Recursos Naturales (eds). Serie-Recursos Naturales No.3. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. pp:153-161.

- Nabhan, G. P. 1985. Gathering the desert. The University of Arizona Press. USA. pp: 61-74.
- NAS. 1980. Firewood Crops. Shrub and tree species for energy production. National Academy of Sciences. Washington, D.C. U.S.A. pp:146-159.
- Oduol, P.A; P. Felker; C.R McKinley and C.E. Meier, 1986. Variation among selected *Prosopis* families for pod sugar and pod protein contents. Forest Ecology and Management. 16:423-431.
- Orozco V. J. C; E. Ponce A; J. Vernon C. 2000. Mesquite gum: fractionation and characterization of the gum exuded from *Prosopis laevigata* obtained from plan tissue culture and from wild trees carbohyd polym 54:327-333.
- Pasiecznick, N.M; P. Felker; P.J.C. Harris,; L.N. Harsh; G. Cruz; J.C Tewari; K. Cadoret. and L.J. Maldonado. 2001. The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* Complex: A. Monograph. HDRA, Coventry, UK. 162 p.
- Patch, L.N. and P. Felker. 1997. Influence of silvicultural treatments on growth of mature mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) nine years after initiation. Forest Ecology and Management 94 (1): 37-46.
- Rios S., J. C; A. G. Valles G; G. Sosa P; J. A. Sigala R. D. Alvarran A. 2010. Ajuste de modelos matemáticos para estimar la producción de Biomasa y captura de carbono en mezquite. Memoria de Resúmenes. XXIII Congreso Nacional y III Internacional de la Sociedad Mexicana de

Fitogenética. México. p. 131.

Royo, M. H; A. Melgoza y J. S. Sierra. 2004. Manual de plantas útiles. Folleto Técnico No. 9. INIFAP-CIRNOC. Campo Exp. La Campana. Chihuahua, Chih.

Tripp de J. M. y G. Arriaga. 2001. Estudio de casos sobre combustibles forestales. México. Proyecto, CGP/RLA/133/EC. FAO. Santiago de Chile. 17 p.

CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA LECHUGUILLA (*Agave lechuguilla* Torrey)

José Luís Blando Navarrete¹, Salvador Baca Marín² y
Martín Martínez Salvador³



¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango.

²Servicios Técnicos JAYSA, Bermejillo, Durango.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama, Chihuahua

Introducción.

Desde el siglo pasado, la recolección y tallado de la lechuguilla es una práctica de uso de recursos que se realiza en las zonas semiáridas de los estados del norte de México. Esta actividad ha constituido uno de los pilares de la economía campesina de los pobladores de comunidades que viven en alta marginación. Los campesinos de estas regiones la aprovechan alternada con otros recursos como el orégano y la candelilla, los cuales recolectan para complementar su fuente de ingresos a lo largo del año.

Siendo uno de los recursos más importantes del desierto, la explotación de la “lechuguilla” obedece totalmente a factores externos y más precisamente a la demanda del mercado internacional de fibras naturales duras; sin embargo, al campesino no se le plantea la disyuntiva de dedicarse o no a esta actividad, sino que la realidad la impone. Esta actividad forestal es a la que fuerza a los campesinos a realizar un trabajo exhaustivo cuando no existe otra fuente de ingresos, debido principalmente a que en estas regiones, las actividades agrícolas y ganaderas son condicionadas por factores climáticos y económicas de difícil control (De la Garza, 1985).

La recolección y tallado del ixtle de “lechuguilla” constituyen un apoyo para la economía de miles de campesinos de las regiones áridas del país, que debido a la baja producción en las cosechas agrícolas, a menudo se convierten en la única fuente de ingresos para los habitantes de estas zonas (García y González, 1991).

Esta actividad es la principal fuente de ingresos de

aproximadamente 52 mil familias campesinas de la región ixtlera del país (Berlanga, 1991), cifra que ha incrementado en los últimos 20 años. Sin embargo, para obtener la fibra de “lechuguilla”, aún se utilizan procedimientos rudimentarios, lo que hace de esta actividad un trabajo lento y agotador (De la Garza, 1985).

A pesar de que su explotación es y ha sido de manera tradicional en gran parte del Desierto Chihuahuense, no existen planes de manejo que aseguren la conservación y fomento de este recurso (Zarate *et al.*, 1991).

El potencial aprovechable de la “lechuguilla”, se desconoce por la falta de una metodología para su cuantificación, debiendo ser ésta la base para la planificación de los programas de aprovechamientos (Avilés y Torres, 1991).

Origen e historia.

La lechuguilla significa “pequeña lechuga”, es originaria de México y fue clasificada en el año 1859 por Torrey (The International Plant Names Index), llamándola *Agave lechuguilla*. Los indígenas del norte del país utilizaban el “ixtle” (nombre dado a la fibra obtenida de las hojas de lechuguilla), desde tiempos remotos para fabricar cordeles y tejidos, mediante el trenzado de las fibras, además de otros artículos afines, que según Sheldom (1980) en Baca (2000) se pueden observar en los numerosos hallazgos arqueológicos en varias regiones del norte-centro de México, principalmente en Coahuila.

El aprovechamiento de la fibra de lechuguilla a nivel comercial,

de acuerdo con De la Garza (1985), se inicia a fines del siglo XIX. Esta actividad era manejada por los hacendados cuyos peones se ocupaban de la recolección y tallado; desde esas épocas la producción estaba destinada principalmente a la exportación. Teniendo como referencia los años 1877 a 1896 en los cuales se exportaron aproximadamente 95 millones de toneladas de ixtle, lo que representa en promedio 5 mil toneladas al año; sin embargo fue hasta 1932, cuando inicia un sistema para el aprovechamiento de la fibra de lechuguilla y su comercialización con la conformación de “la Nacional Ixtlera”, integrada por un grupo de propietarios de terrenos lechuguilleros y hombres de negocios.

Con el apoyo recibido por parte del Gobierno Federal este sistema operó hasta 1940, cuando el gobierno decidió intervenir, pues consideró que esta actividad era de carácter monopolizador, además de que quienes realizaban la recolección y el tallado de la planta eran objeto de explotación continua, por lo que se determinó organizar a dichos trabajadores del campo, formando por decreto presidencial del día 23 de marzo de 1940 “La Federación de Sociedades Cooperativas Campesinas” conocida como la Forestal, F.C.L.”, organización que inició sus actividades en agosto de 1941 hasta 1999. Fecha en que fue liquidada (De la Garza 1985)..

Esta organización tuvo gran influencia en los estados de Coahuila, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas, agrupando para 1985 a más de 33,000 cooperativistas distribuidos en 1172 ejidos (De la Garza 1985).

Características de la lechuguilla.

La lechuguilla es una planta fibrosa rustica, notable por su crecimiento colonial, es la especie dominante del “matorral desértico rosetófilo” (Rzedowski, 1978) que prevalecen en amplias extensiones de suelos cerriles con altos porcentajes de materia orgánica, con pendientes suaves a fuertes, derivados de rocas sedimentarias ricas en carbonato de calcio que abundan en la altiplanicie desde el este de Chihuahua y Durango, Coahuila, Nuevo León, suroeste de Tamaulipas, Zacatecas hasta San Luis Potosí, debido a su forma de crecimiento colonial constituye estratos subarborescentes espinosos y perennifolios bastante densos, resiste prolongados periodos de sequía, altas tasas de insolación y temperaturas extremas.

Caracterización botánica.

Es una planta arbustiva baja, compuesta por una corona de 20 a 30 hojas gruesas, pulposa y fibrosas, que nacen de del centro del pseudotallo o cáudex, dispuestas en forma verticilada lo que da un aspecto de roseta. La forma que adoptan las hojas es lanceolada y por lo general encorvadas hacia el centro de la planta o hacia su lado extremo; presentan un ensanchamiento basal llamado “concha o cuchara”, mediante el cual se adhieren al “amole” o acudes; las hojas terminan en un mucrón o espina dura y aguda, de color castaño oscuro de 30 a 40 mm, los bordes de las hojas están armadas con una serie de espinas ganchudas de color gris o café vueltas hacia la base de la hoja, dispuestas a intervalos de 20 a 40 mm. Con una longitud de 3 a 7 mm; la longitud de las hojas separadas de la planta, es de 20 a 50 cm y de 4 a 6 cm. de ancho La inflorescencia mide de uno a tres metros de largo, con una panícula terminal que contiene cápsulas tricarpelares

con numerosas pequeñas semillas redondeadas aplanadas de color negro (De la Garza, 1985; De la Cruz y Medina 1988).

Taxonomía.

Agave lechuguilla Torr. Es una planta que pertenece la familia Agavaceae. De esta especie se recuerda que a principio de los años 70's, una omisión mecanográfica involuntaria, cambio el nombre de la especie de *Agave lechuguilla* a *Agave lecheguilla*, el cual se divulgó rápidamente, fue hasta finales de los 80's, cuando el Dr J. Rzedowski realizó la revisión de la especie y la corrigió el nombre de igual manera como se divulgó la omisión. El cuadro 1 presenta la descripción taxonómica de la especie.

Cuadro 1. Descripción taxonómica de la lechuguilla

Reino	Metaphyta
Phylum	Spermatophyta
Subphylum	Angiospermae
Clase	Monocotyledonae
Orden	Agavales
Familia	Agavaceae
Género	<i>Agave</i>
Especie	<i>lechuguilla</i>
Nombre científico	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.

Sinonimia.

De acuerdo con los registros de CONABIO existe una

sinonimia de *Agave lechuguilla* con las siguientes especies reportadas;

Agave glomeruliflora (Engelm.) A. Berger (pro. sp.);

Agave heteracantha var. *glomeruliflora* Engelm.

Agave lechuguilla forma *glomeruliflora* (A. Berger (pro. sp.) Trel.

Fenología.

La lechuguilla es una planta de crecimiento colonial por lo cual llega a formar poblaciones muy cerradas, las hojas jóvenes o “tiernas” de esta planta forman un conjunto más o menos homogéneo del mismo tamaño ya que unas cubren a otras (vernación imbricata), y las más viejas a las jóvenes, hasta formar un cono apretado. A este conjunto de hojas comúnmente se la denomina “cogollo”, que por sus características, es la parte que preferentemente se explota en las zonas productoras, para la obtención de la fibra de mayor calidad y cantidad. Dentro del “cogollo” se desarrolla el escapo (vara) floral, que la gente llama “quiote” o “garrocha”, este llega a medir hasta 3 m de largo.

La lechuguilla de acuerdo con su historia de vida es una especie semélpara, por sólo tener un evento reproductivo sexual (florece solo una vez) durante su ciclo de vida (Begon *et al.*, 1986), las flores se desarrollan de dos en dos y son protegidas por vigorosas brácteas; ambas son de color verde amarillo, con matiz rojiza, constan de un perianto de seis piezas seis estambres y ovario ínfero trilocular. La polinización cruzada se realiza por medio de insectos que son los que transportan el polen que apenas mide 0.04 mm, (Nobel, 1998). El fruto es una cápsula café oscura de 1.5 a 2.5cm de longitud

por 1.2 a 1.5 cm de diámetro, oblonga por lo regular de cilíndrica a obtusotriangular, con tres cámaras (De la Cruz y Medina, 1988).

Las semillas son numerosas, planas y brillantes de color oscuro, con un porcentaje medio de viabilidad, sin embargo la planta se propagan vegetativamente por medio de tallos subterráneos, denominados rizomas, que surgen de la base de sus tallos o cáudex, al final del rizoma emerge una nueva planta o hijuelo en torno a la planta madre. Una vez que la lechuguilla florece y fructifica, además de haber ensayado la reproducción por hijuelos la planta madre muere.

Distribución geográfica.

Se distribuye dentro del Matorral Xerófilo, en el Desierto Chihuahuense desde el este de los Estados de Chihuahua y Durango, Coahuila, Nuevo León suroeste de Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Hidalgo y Querétaro. En altitudes que comúnmente no son inferiores a los 1000 msnm hasta los 24000 msnm, sobre terrenos pedregosos con suelos derivados de rocas sedimentarias ricas en carbonato de calcio. La lechuguilla, asociada o no con otras especies de crecimiento arrositado constituye el Matorral Desértico Rosetófilo descrito por Rzedowski (1978).

Ocupa una superficie potencial aproximada de 8,912,445 ha (cuadro 2). Esta especie es la que caracteriza al matorral desértico micrófilo en el que ocupa la mayor superficie de su distribución; sin embargo también se identificaron áreas de lechuguilla en las zonas de matorral submontano. En el estado de Coahuila es donde se encuentran los parches más extensos

de lechuguilla en el País, y también es donde se reportan prácticas más intensivas del aprovechamiento y manejo de la especie.

Cuadro 2. Superficie potencial de la lechuguilla en el norte de México

TIPO DE VEGETACIÓN	SUP (HA)
Matorral desértico rosetófilo	8,308,461
Matorral submontano	603,985
TOTAL	8,912,445

Fuente: Elaboración propia INIFAP con base en cartografía del INF serie III, Información de conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

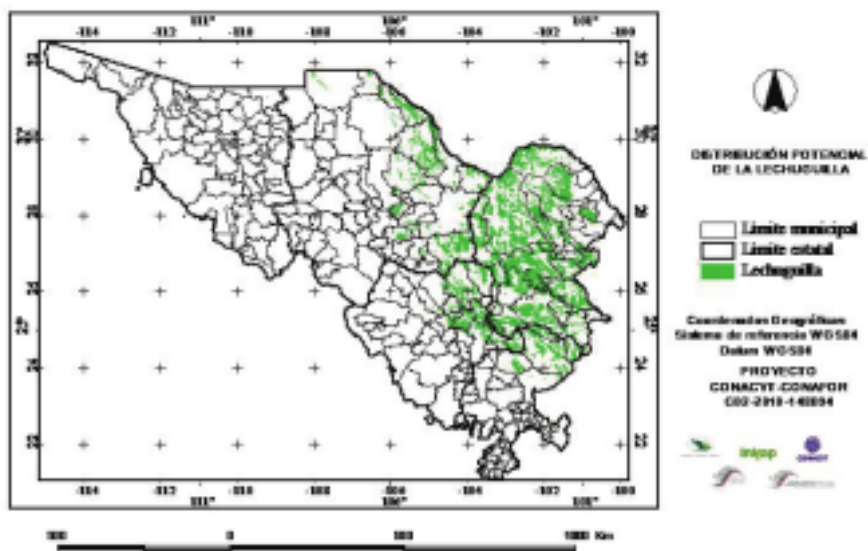


Figura 1. Mapa de distribución potencial de la lechuguilla

(*Agave lechuguilla*) en el norte de México

Suelos.

Los suelos sobre los que frecuentemente se desarrolla el matorral rosetófilo de lechuguilla, por lo regular son someros poco desarrollados con pedregosidad. Corresponden de acuerdo con la clasificación de DETENAL (1974), a Litosoles asociados con Rendzinas, Xerosoles y Yermosoles. Siendo los dos primeros los más frecuentes en las áreas de distribución.

Climas.

Los tipos de climas en donde se desarrolla el matorral rosetófilo de lechuguilla corresponden con los Bw de acuerdo con García (1973). Son muy seco muy cálido con lluvias de verano con precipitación invernal entre 5 y 10.2 del total anual con invierno fresco (DIGETENAL, 1981). La precipitación media anual oscila entre 200 a 400 mm. Con periodos de sequía que puede variar de 7 a 15 meses sin precipitación significativa.

Tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación que caracterizan las áreas de distribución de *Agave lechuguilla* se denominan de acuerdo con sus características florísticas, fisonómicas, estructurales y ambientales en:

Matorral desértico rosetófilo.

Este tipo de vegetación se desarrolla básicamente en terrenos

someros con pendientes mayores al 20%. En los lomeríos y en las bajadas y cimas de sierras y cerros en donde dominan las especies con hojas alargadas gruesas, coriáceas, con o sin espinas dispuestas en forma de rosetas, caracterizando a este tipo de vegetación especies como *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Hechita* sp. (Guapilla), *Yucca* spp. (Palmas) y *Dasyllirion* spp. (Sotol); quienes conviven con candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) y ocotillo (*Fouquieria splendens*); una de las especies que se encuentra presente independientemente del gradiente de pendiente es la Sangre de Drago (*Jatropha dioica*), quien convive con este tipo de matorral.

Matorral micrófilo.

Esta fisonomía es la de mayor distribución en el municipio; sin embargo en la zona de influencia donde se desarrolla el orégano representa la superficie mas pequeña, aunque no por eso menos significativa. Esta compuesta principalmente por especies arbustivas de hojas pequeñas, con o sin espinas en el que indudablemente la especie dominante es *Larrea tridentata* (Gobernadora), quien domina los paisajes de los valles del desierto y semidesierto Chihuahuense. Este tipo de vegetación predomina básicamente en los valles intermontanos, al pie de monte y en las extensas planicies, donde los suelos no son tan someros e incluye a dos subtipos de vegetación que corresponden al matorral inerme y al matorral subinerme.

Matorral Inerme.

En este tipo fisonómico predominan especies sin espinas, de hojas simples, pequeñas, perennes, de robustidad arbustiva,

que para el caso del municipio de Mapimí esta dominado por *Larrea tridentata* asociado con *Cordia greggii*, y *Viguiera brevifolia*.

Desfibrado de la lechuguilla.

El desfibrado de la lechuguilla consiste en tallar la planta en pie, sin tumbarla, auxiliados de una tenaza con filo; se ejerce presión sobre las hojas, jalando fuertemente para extraer el “gishe” o parénquima de la hoja. Esta operación se realiza en todas las hojas de la planta, para dejar sólo el “amole” y el “cogollo” sin tallar.

La obtención de ixtle cortando la planta. Este consiste en tallar las hojas cortadas de la planta una vez que esta ha sido desprendida del suelo, auxiliados de una tenaza con filo; se ejerce presión sobre las hojas, jalando fuertemente para extraer el “gishe” o tejido parenquimatoso. Esta operación se realiza en todas las hojas de la planta, para dejar sólo el “amole” y el “cogollo” sin tallar.

Recolección de los cogollos. Sólo se aprovecha el “cogollo” para recolectarlo se utiliza una herramienta conocida como “cogollera” que se introduce en torno a este y con un movimiento de vaivén se logra desprender. Una vez colectados suficientes “cogollos”, se fija el tallador para separar la fibra de la parte carnosa o parénquima de la hoja.

Utilización de talladoras mecánicas. Consiste en utilizar una maquina que consta de un cilindro de madera de mezquite, rodeado por hileras de clavos chatos que sobresalen del rodillo separados entre ellos (“ripiadora”). El cilindro esta montado

horizontalmente sobre una armazón metálica y cubierto por una caja de madera, con una abertura horizontal en la parte frontal inferior de la maquina, y de la misma longitud del rodillo (De la Garza, 1985). La talladora se acciona por un motor eléctrico que puede variar de $\frac{1}{4}$ a 1 HP de potencia. Para lograr la separación del parénquima de la hoja o “gishe”, estas se introducen a través de la “ripiadora” en un sentido y otro, para lo cual son necesarios únicamente dos movimientos. La producción de fibra de una planta de “lechuguilla” es de 8 a 12 % de su peso, si se talla únicamente el “cogollo” sólo se obtiene una sexta parte de la fibra que se obtendría al utilizar toda la corona, sin embargo, el tallado del “cogollo” es el más recomendable, debido a que la fibra es de mejor calidad, además que es el método de explotación más adecuado para la conservación del recurso (De la Cruz y Medina, 1988).

No hay peligro de que la explotación de la “lechuguilla” determine su extinción, debido a que esta se reproduce asexualmente de manera abundante en sus ambientes naturales, y el corte del “cogollo” en vez de matarla le alarga la vida, de no realizarse esta practica, el vástago floral se desarrolla más pronto y la planta muere después de la fructificación (De la Cruz y Medina, 1988). Según Sheldom (1980) si los “cogollos” son cortados periódicamente la planta puede vivir 15 a 20 años.

La fibra en estado natural es de diferentes longitudes y sobre todo contiene impurezas por lo cual es importante seleccionarla antes de enviarla a las fabricas procesadoras de ixtle para la elaboración de Cares y Colas (PQ y HT) (90 % de ixtle que se industrializa es utilizado para estos dos productos), los cuales

se utilizan para la fabricación de cepillos y brochas, para pulir metales, para el aseo de casa habitación, de ropa, así como brochas para aplicación de pintura.

Los Cares son productos terminados cuya fibra se procesa durante 45 minutos, mezclando puntas (parte terminal de la fibra en la hoja) y troncos (parte de la fibra que esta más próxima a la inserción de la hoja) en forma contraria, a fin de obtener uniformidad en colores y texturas. En las colas PQ y HT, la fibra se mezcla y peina en un mismo sentido. Diferenciándose por el tiempo de peinado y mezclado de 35 minutos la primera y de 12 a 15 para la segunda. De la obtención de estos productos resulta el subproducto llamado maraña (10 % del ixtle que se industrializa), el cual se aprovecha para la manufactura de hilos, cuerdas, sogas y lazos, así como para estropajos, rellenos de muebles y bajo alfombras. Mediante un proceso de selección y precardado se obtiene la fibra hackleada (De la Garza, 1985).

Extracción mecánica.

La extracción mecánica de la fibra de lechuguilla se inició en la década de 1970, cuando surgen las primeras máquinas “ripiadoras”, cuyo diseño consistía de un tambor macizo de madera con clavos y que funcionaba a base de energía eléctrica (Mayorga *et al.*, 2004).

Rössel *et al.*, (2003) y Mayorga *et al.* (2004) mencionan que hoy en día el tallado mecánico de la planta de lechuguilla dista muy poco del de las máquinas producidas en aquel tiempo. Usan el mismo principio de peinar la penca con un tambor con clavos; sin embargo, los compradores han sido más rigurosos

en la calidad del producto hasta llegar al límite de comprar sólo el material tallado manualmente debido a las características que presenta, tales como mejor limpieza, coloración, lustre, etcétera.

Cruz y Medina (1988) encontraron que la producción de fibra de una planta de “lechuguilla” es de 8 a 12 % de su peso, si se talla únicamente el “cogollo” sólo se obtiene una sexta parte de la fibra que se obtendría al utilizar toda la corona. Sin embargo, el tallado del “cogollo” es el más recomendable, debido a que la fibra es de mejor calidad, además ser el método de explotación más adecuado para la conservación del recurso

Usos de la lechuguilla.

El tallado de la planta de lechuguilla ha sido durante años una actividad ligada a la subsistencia y marginación; sin embargo, diversas investigaciones han demostrado el gran potencial que ésta tiene al elaborarse productos derivados de la fibra, tales como cepillos de uso industrial, o bien al mezclarse con resinas sintéticas, la fabricación de muebles, cordeles, relleno de muebles para automóviles, etc. (Rössel *et al.*, 2003).

Según CONAFOR, clasifica el uso de la lechuguilla en:

-Doméstico. Producción de ixtle a partir de la fibra de agave lechuguilla para la elaboración de diversos utensilios como estropajos, cepillos, confección de lazos y cordelería en general.

-Industrial. El ixtle también se emplea para la elaboración de brochas de maquillaje y como sustituto de cerdas de cepillos

industriales y albañilería; tapetes y filtros para automóviles.

-Artesanal. Elaboración de bolsas, huaraches, cestos, flores, entre otros artículos.

-Cosméticos. La raíz y el tallo se emplean en la elaboración de champús y jabones.

La fibra de lechuguilla (ixtle) se exporta a países de Europa, Asia, Norte y Sudamérica. Se utiliza para elaborar varios productos de uso industrial como cepillos para pulir metales; para relleno de muebles y asientos; elabora 15 tapetes y alfombras; al mezclarse con resinas se emplea en la fabricación de puertas, techos, paredes, láminas, estantería y mobiliario (Mayorga *et al.*, 2004). Además por sus propiedades detergentes, se emplea en la fabricación de jabones líquidos o shampoo (Zapien, 1981).

El futuro de la lechuguilla.

La lechuguilla es la especie dominante en las comunidades denominadas matorral rosetófilo en México. La extracción de sus fibras para usos domésticos y e tualidad industriales han sido actividades económicas que aportan a la economía familiar de los recolectores-talladores de una extensa zona de México, los cuales aún viven en condiciones de extrema marginación.

La capacidad productiva de la lechuguilla es impresionante. Esta especie es capaz de producir en un corto periodo de tiempo más de 20 mil individuos por hectárea en sus colonias poblacionales que crecen en zonas de alta productividad para

la especie. Su capacidad de acumular biomasa es extraordinaria, lo que la coloca como especie de gran interés para ser incorporada a programas de bioenergía y de captura de carbono.

Los estudios científicos de esta especie en relación con su capacidad de acumulación de biomasa aún son incipientes; sin embargo, se identifica a la lechuguilla como una planta de alto valor económico y ambiental para la zona centro norte del gran desierto Chihuahaense en México.

Literatura consultada.

- Avilés C., y L. M. Torres E. 1991. Tablas de Rendimiento de peso de fibra seca de palma *Samandoca* en III simposio nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, México.
- Baca M., S. 2000. Determinación del potencial productivo de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el Municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo. Tesis Profesional Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. México. 49 p.
- Begon M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1986. Ecology. Individuals, populations and communities. Blackewel Scientific Publications. Oxford.
- Berlanga R., C. A. 1991. Produccion y Recuperación de Lechuguilla (*Agave lechuguilla* torr.) En Poblaciones Naturales en III simposio nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto.

INIFAP. Saltillo, México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Catálogo de recursos forestales maderables y no maderables Árido, Tropical y Templado. Revisado en línea en: http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Catalogo_de_recursos_forestales_M_y_N.pdf

De la Cruz C., J. A. y J.G. Medina T. 1988. La Lechuguilla *Agave lechuguilla*. Productividad rural y DIF Coahuila. México.

De la Garza P., F. E. 1985. Comercialización y costos de producción del ixtle de lechuguilla. INIF – SARH. BOLETÍN Divulgativo no. 73 México , D.F.

DETENAL. 1974. Descripción de la leyenda de la Carta Edafológica DETENAL. Sría. de Programación y Presupuesto. México D.F.

DIGETENAL. 1981a Carta de Climas, Chihuahua. Esc 1:1 000,000. Secretaria de Programación y Presupuesto. México, D.F.

García V., M. y L. A. González L. 1991. Técnicas para el Establecimiento de una Plantación de Lechuguilla. In III simposio nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, México.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Inst. de

Geografía, UNAM. 146 pp.

- Mayorga H., E; D. Rössel K; H. Ortiz L; A. R. Quero C y A. Amante O. 2004. Análisis comparativo en la calidad de fibra de *Agave lechuguilla* Torr. Procesada manual y mecánicamente. *Agrociencia* 38 (002):219-225.
- Nobel, Park S. 1998. Los incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas. México, D.F.
- Rössel K., D; H. Ortiz L; y E. Mayorga H. (2003). Teoría Funcional de una Máquina Desfibradora de Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) de Tipo Tambor. *Naturaleza y Desarrollo*. Vol. 1 Núm. 2. San Luis Potosí, Méx. México.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA México D.F.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). 2005. Ley general de desarrollo forestal sustentable y su reglamento. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. México. 267 p.
- Sheldom, S. 1980. Ethnobotany of *Agave lechuguilla* and *Yucca carnerosana* in Mexico's Zona Ixtlera *In* *Economic Botany*. 34 (4). New York Botanic Garden. Bronx, NY. pp 376/ 390.
- Zapien B., M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes *In*: 1ra Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIF.México. Publicación

especial No. 31: 385- 389.

Zárate L., A; C. A. Berlanga R. y H. Franco L. 1991. Análisis Dimensional en Lechuguilla. *In*: III Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de Plantas Útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, Coah. México.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL SOTOL (*Dasyllirion* spp.)

Antonio Cano Pineda¹, Oscar Ulises Martínez Burciaga¹ y
Martín Martínez Salvador²



¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo, Saltillo, Coahuila

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Aldama

Introducción

El sotol (*Dasyliirion* spp.) es una planta de media a robusta con un solo tallo o dos a tres ramas, hojas regulares y extendidas, glaucas de color gris pálido a verde pálido, de 80 a 100 cm de largo, y de 2 a 3.5 cm de ancho, asciende rectamente y deflexiona con la edad, plano encima, rotundamente quillado abajo, márgenes finamente denticulados, los dientes regularmente curvados hacia la punta, de 3 a 4 mm de largo, amarillo pálido a rojizo. Esta especie se desarrolla en pastizales y matorrales desérticos rosetófilos del centro y sur del estado de Coahuila, en altitudes de 1000 a 2000 m (Henrickson y Johnston, 1997). Aunque dependiendo de la especie y el ambiente en el que se desarrollan, suelen tener diversas características estructurales.

Las especies de este género, han sido históricamente utilizadas para la producción de la bebida conocida como SOTOL por los pobladores de su área de distribución. En los últimos años la demanda del sotol se ha incrementado considerablemente, por lo que las poblaciones naturales de esta especie se ven amenazadas, principalmente en los estados de Durango, Coahuila y Chihuahua.

Actualmente existe un creciente interés por los productores de sotol para el establecimiento de plantaciones comerciales que les permitan en el mediano plazo contar con suficiente materia prima para garantizar las producciones que les exige el mercado.

Taxonomía

El género *Dasyllirion* ha sido ubicado en diferentes familias botánicas, tales como: Bromeliaceae (Endlicher, 1842), Dracaeneae (Bentham, 1883), Liliaceae (Standley, 1920), Amarillidaceae, Agavaceae (Hutchinson, 1934; Cronquist, 1981) y Nolinaceae (Dahlgren *et al.*, 1985). Sin embargo, no se había realizado un estudio filogenético para *Dasyllirion* y géneros cercanos, hasta el publicado por Bogler en 1994, 1995.

A continuación se presenta una descripción taxonómica reciente de las especies más comunes del género *Dasyllirion* encontradas en el Desierto Chihuahuense y que puede ser de utilidad para efectos de definir la especie, las cuales son dioicas.

Dasyllirion cedrosanum Trel. (Melgoza y Sierra, 2003). Hojas verde pálido, de 1.5 – 2.1 cm de ancho por 75 – 120 cm de largo; espinas gruesas, más de 90% de sus espinas curvadas hacia la base. Fascículos estaminados con 5 – 7 ramas sobre un eje central de 1.7 – 3 cm, ramas de 3 – 6 cm de largo. Fascículos pistilados con 6– 8 ramas sobre un eje central de 1– 2 cm, 7– 8 cm de largo. Frutos ovados de 6– 7 mm de largo; muesca de 1– 1.5 mm; estilo y estigma comúnmente persistentes e incluidos en la muesca. Semillas de 2.6 mm de ancho por 3 mm de largo.

Melgoza y Sierra, 2003 describen con precisión las características de algunas especies de sotol, entre las que se pueden mencionar *Dasyllirion leiophyllum* var. *glaucum* ; *Dasyllirion leiophyllum* var. *leiophyllum* Bogler; *Dasyllirion*

wheeleri Watson ex Rothnock; *Dasyllirion serene* Bogler y *Dasyllirion durangense* Trel. Estas especies se distribuyen en diferentes regiones de los estados del norte de México.

Fenología.

La formación de flores en ocasiones ocurre sólo en una parte de los individuos que integran la población total, y varía entre regiones de un año a otro e incluso dentro del mismo año Bogler (1994). Según las observaciones realizadas en campo en el área de distribución para el estado de Coahuila, en general, la floración se presenta desde abril-mayo hasta julio. Los frutos suelen madurar en el mes de agosto-septiembre (Cano, 2006).

En este mismo sentido Kemp (1983) confirma que no existe información específica sobre el desarrollo estacional del sotol. Sin embargo, algunas especies de este género como *Dasyllirion wheeleri*, florecen en primavera o a principios del verano (Benson, 1981) en el Desierto Chihuahuense. En Nuevo México, las yemas de flores de *D. wheeleri* inician a mediados o finales de mayo, la floración se produce en junio y julio, y los frutos maduran en agosto (Kemp, 1983).

Distribución geográfica.

El área de distribución de las poblaciones naturales de sotol (*Dasyllirion* spp.) se reporta desde el sureste de los Estados Unidos hasta México. En la República Mexicana se ubica en la zona fisiográfica del Altiplano Mexicano, en un rango de altitud que oscila entre 1,000 y 2,000 msnm, entre la Sierra Madre

Occidental y la Sierra Madre Oriental, distribuyéndose en amplias extensiones de esta última. Henrickson y Johnston (1977) y Bogler (1994), reportan entre 14 a 18 especies.

El sotol (*Dasyliirion* spp.) ocupa una superficie potencial en el área de estudio de 6,509,324 ha (cuadro 1 y figura 2). Esta especie tiene un gradiente de distribución amplio desde las zonas áridas y semiáridas hasta pequeñas poblaciones en pastizales y bosques templados. En el área de estudio la encontramos distribuida en los estados de Zacatecas, Durango, Coahuila y Chihuahua, aunque también existen reportes de su distribución en las selvas y bosques de Sonora; sin embargo el área de estudio del presente proyecto se localiza en las zonas áridas. Las principales comunidades vegetales en las que se localiza son: Matorral desértico rosetófilo, zonas de pastizal y matorral submontano. Esta especie es ampliamente utilizada para la elaboración del aguardiente conocido como Sotol.

Cuadro 1. Superficie potencial del sotol en el norte de México

TIPO DE VEGETACIÓN	SUP (HA)
Matorral desértico rosetófilo	4,863,507
Pastizal natural	1,006,598
Matorral submontano	280,395
Chaparral	93,682
Bosque de encino	80,477
Bosque de encino-pino	71,318
Matorral desértico micrófilo	49,365
Bosque de pino	46,282
Matorral crasicáule	11,163
Matorral espinoso tamaulipeco	5,532

Bosque de táscate	523
No aplicable	482
Total	6,509,324

Fuente: Elaboración propia INIFAP con base en cartografía del INF serie III, Información de conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

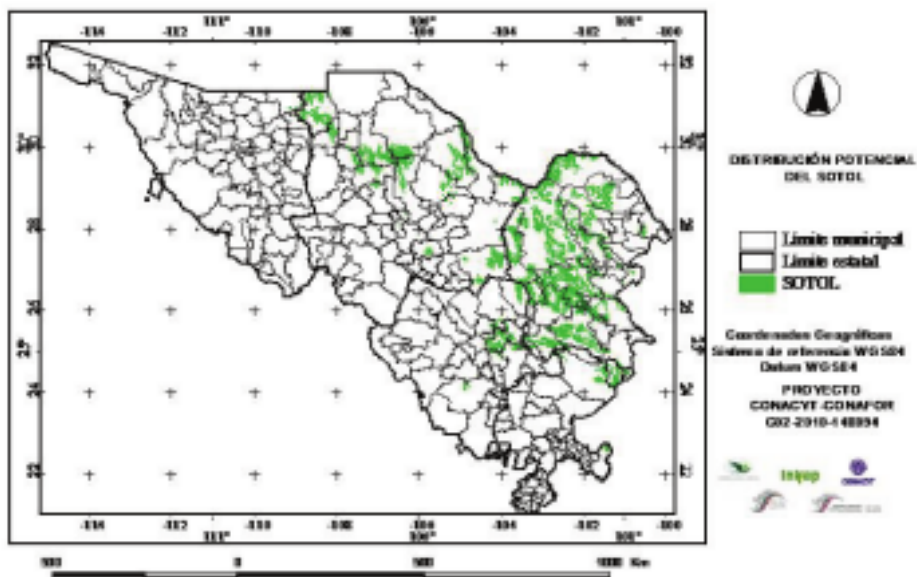


Figura 1. Mapa de distribución potencial del sotol (*Dasyliiron. spp*) en el norte de México.

Henrickson y Johnston (1977) reportan para México nueve especies: *Dasyliiron texanum* (Coahuila, Nuevo León y norte de San Luis Potosí); *D. parrayanum* sinónimo de *D. graminifolium* (San Luis Potosí); *D. wheeleri* (Durango); *D. cedrosanum* (Durango, Coahuila y Zacatecas); *D. leiophyllum* (Chihuahua y

oeste de Coahuila); *D. stewartii* con dos variedades *D. stewartii* var. *stewartii* y *D. stewartii* var. *glaucum* (Coahuila); *D. heteracanthum* (Chihuahua y noreste de Coahuila); *D. palaciossi* (San Luis Potosí); *D. longissimum* (Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo).

Suelo.

En lo que se refiere a los factores edáficos, los suelos son principalmente del tipo Xerosol, Rendzinas y Regosol, con gran riqueza en carbonatos de calcio, delgados, con poco desarrollo de horizontes de suelo o bien existiendo solo uno sobre yaciendo sobre el material parental, con buen drenaje y aireación, en posiciones fisiográficas de ladera, pié de monte y sobre abanicos aluviales, donde los principales agentes formadores que intervienen son el arrastre por el agua (suelos aluviales) y el campo gravitacional (suelos coluviales). Según Marroquín *et al.* (1981), el sotol se desarrolla en diversos tipos de terreno, preferentemente en lomeríos de suelos someros y bien drenados.

Climas (temperatura, precipitación).

Los factores climáticos del Altiplano Mexicano se caracterizan por tener un clima seco del tipo desértico y estepario (BW y BS), correspondiendo el primero a los extensos valles y bolsones y, el segundo, menos seco, a las partes elevadas de las sierras. (Zárate, 2003).

Los climas secos se caracterizan por una fuerte variación en su temperatura, con oscilaciones mayores a 14° C entre el mes más cálido (junio) y el más frío (enero). Por otro lado, la escasa

precipitación pluvial (menor a 400 mm anuales) se presenta en verano, en escasos aguaceros (lluvias breves de alta intensidad) y la presencia común de condiciones de sequía interestival o de canícula (Zárate, 2003).

En este tipo de climas muy secos continentales es frecuente que la precipitación en un año, sea mayor a lo registrado como promedio. Así, existen años mucho más secos y otros más húmedos, es decir la moda es siempre más baja que la media. El sotol se distribuye en un rango de temperaturas medias, que va desde los 17 hasta los 21 °C y con un rango de precipitación media anual de 150 a 400 mm. (Zárate, 2003).

Tipos de vegetación.

Con la denominación de matorral xerófilo se habitúa incluir toda la vegetación arbustiva correspondiente a regiones de clima seco, aunque existe una amplia gama de variantes en función de las condiciones de temperatura, cantidad de lluvia y condiciones del suelo. Este matorral puede tener una altura de entre 1.0 a 4.0 m y se encuentra dentro de él una alta diversidad de formas de plantas, entre las cuales destacan diferentes grupos de cactáceas (nopales, biznagas, pitayas, órganos, etc.), de magueyes y tipos similares (lechuguilla, sotol, guapilla), de izotes y de otros de aspecto no menos llamativo, como el ocotillo, el cirio o la candelilla (Rzedowski y Equihua, 1987). El sotol convive con una gran variedad de formas de vida; es una planta rústica y componente del matorral desértico rosetófilo, aunque ocasionalmente forma parte del matorral desértico micrófilo.

Esta especie es propia del matorral rosetófilo espinoso, tipo de vegetación característica del área biogeográfica conocida como

Desierto Chihuahuense (Marroquín *et al.*, 1981), donde puede formar masas puras o integrarse al matorral y asociarse con *Agave lechuguilla*, *Nolina* spp. y *Juniperus* sp.

Usos.

Desde hace años esta planta de ecosistemas áridos, se utilizaba para la elaboración artesanal de una bebida alcohólica llamada sotol (Melgoza y Sierra, 2003); otros usos dados por los pobladores que la utilizan, es la cestería que se desarrolla a partir de las hojas de esta planta. Su inflorescencia es usada en la construcción, como cerco, para la delimitación de propiedades o techos para sombra y en épocas de estiaje sirve como forraje para el ganado (Cano, 2006). También es posible extraer de esta planta azúcar inulina de gran valor en la industria farmacéutica (Ibave *et al.*, 2001).

Proceso de comercialización.

En general el mercado de los productos forestales no maderables está vinculado a varios mecanismos y agentes que influyen en el precio final que paga el consumidor por el producto. De esta forma en cuanto al sotol se refiere el comisionista compra el sotol en el sitio de producción o vinata, y lo entrega en un centro de acopio, propiedad generalmente de un “acaparador”, quien paga una comisión en función de los litros de sotol colectados cubriendo además los gastos de transportación. Según Olhagaray (2004) el acaparador posee infraestructura suficiente para el acarreo y almacenamiento lo que le permite guardar el producto hasta que este alcanza un valor comercial atractivo, que al parecer ocurre entre

septiembre y diciembre de cada año.

El precio se rige de acuerdo a la oferta y la demanda, de tal forma que el litro de primera se vende a \$25.00 (base 2005) el de segunda a \$28.00 (base 2005) y el de tercera no se procesa por contener muchas impurezas.

Métodos de aprovechamiento.

En la región lagunera los recolectores de esta especie suelen cosechar individuos cuyas alturas varían entre 1.50 y 2.00 m, de tamaño variable pero con cierta uniformidad; se estima que se pueden extraer un promedio de 20 a 25 piñas o cabezas por día en un recorrido que abarca de 4 a 5 km, lo que arroja una producción mensual de 600 piezas, equivalente a la capacidad productiva normal de una vinata (Olhagaray, 2004).

Según Olivas y Rivera (1984) las piñas o cabezas de sotol se seleccionan más bien por su peso, que debe de ser entre 10 a 12 kg; para su extracción primeramente se remueve el follaje con machete (jimado) y posteriormente se remueve la piña del suelo. Cuando es necesario se utiliza una barra o hacha para realizar esta última labor.

Tablas de volúmenes.

El método conocido como análisis dimensional puede ser utilizado para establecer relaciones de regresión entre la biomasa de las plantas y mediciones fácilmente obtenibles de las mismas. Constituye un método rápido y no destructivo en la cuantificación de la dinámica de la biomasa de las plantas (Ludwig *et al.*, 1975)

Sin embargo, para desarrollar modelos de predicción de biomasa de las plantas, es necesaria una muestra de la población de la (s) especies de interés, constituida por un conjunto de individuos de los que se obtienen las mediciones necesarias hechas de sus atributos y las variables por relacionar.

La obtención de mediciones de los recursos forestales de la vegetación de zonas áridas y semiáridas, presenta algún grado de dificultad debido a sus hábitos de crecimiento (formas que no se asocian fácilmente con estudios de regresión). Los análisis dimensionales son una técnica especialmente apropiada para este tipo de especies, y consisten en obtener, mediante análisis de regresión, un modelo matemático que estime la biomasa de las especies (en peso o volumen) en función del volumen de un sólido o área de una figura, construido a partir de las dimensiones tomadas de los individuos en campo.

Para el caso del sotol (*Dasyliirion cedrosanum*), Cano *et al.* (2005), reportan el empleo del análisis dimensional para generar un modelo de predicción, que implicó la mejor correlación entre características de las plantas fácilmente medibles, y el peso de la cabeza o piña, para la construcción de una tarifa de predicción de rendimiento de sotol en Coahuila.

Los datos se obtuvieron a partir de un muestreo destructivo en donde se midieron y cosecharon individuos, separando los componentes de interés (en este caso piñas o cabezas de sotol) tratando para ello de abarcar todo el rango de variabilidad de los parámetros tomados como dimensiones

para construir el sólido a relacionar con la biomasa.

Cano *et al.* (2005), describen que el mejor predictor, se obtuvo con una regresión simple entre el peso de la piña (variable dependiente) y el diámetro de la piña (variable independiente), con un coeficiente de correlación $r = 0.9135$ y un coeficiente de determinación $r^2 = 0.8333$; la variable diámetro tomada directamente a las dimensiones de la piña, presentó el mayor grado de correlación con el peso verde de la misma que otras variables.

El modelo de predicción generado fue:

$$Y = -15.529 + 1.118 (X)$$

Donde:

Y = peso de la piña (kg)

X = diámetro de piña (Tarifa de producción para sotol (*Dasyliirion cedrosanum Trel.*) en el estado de Coahuila. INIFAP-Campo Experimental Saltillo (Cano *et al.*, 2005).

El futuro del sotol

La producción de sotol ha ido en gradual aumento. Con gradual incremento en el consumo de productos naturales y orgánicos, la comercialización del sotol se ha incrementado en los últimos diez años. Sin embargo, el éxito en la comercialización del sotol en los mercados internacionales dependerá de la disponibilidad de materia prima, por lo que las plantaciones

comerciales del género *Dasyilirion* son una necesidad que todos los productores de sotol tienen en común. Adicionalmente las formas de mercado, economías de escala, asociaciones empresariales y comercializadoras, tienen un arduo trabajo por delante. La denominación de origen es un gran aliciente para el desarrollo del mercado y su futuro posicionamiento dentro del mercado internacional de los alcoholes y licores.

Literatura consultada

- Bell, W. H y E. F. Castetter. 1941. Ethnobotanical studies in the American southwest. VII. The utilization of yucca, sotol, and beargrass by the aborigines in the American southwest. The University of New Mexico Bulletin. Vol. 5 No. 5 University of New Mexico Press. 74 p.
- Benson, L and R. A Darrow, 1981. The trees and shrubs of the Southwestern deserts. Tucson, AZ: 3rd Edition. The University of Arizona Press. Tucson, AZ: La Universidad de Arizona Press.
- Bentham, G. y D. Hooker. 1883. Genera plantarum. Vol. III. Part. 2 Reeve, Londres. 432 p.
- Bogler, D. J. 1994. Taxonomy and phylogeny of *Dasyilirion* (Nolinaceae). Dissertation. The University of Texas at Austin. 583 p.
- Bogler, D. J. 1995. Systematics of *Dasyilirion*: Taxonomy and

- molecular phylogeny. Bol. Soc. Bot. Méx. 56: 69-76.
- Cano 2006. Informe del proyecto CONAFOR-CONACYT C03-10376 "Desarrollo tecnológico para el manejo sustentable del sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) En el estado de Coahuila. Documento inédito.
- Cano P., A, C. A. Berlanga R, D. Castillo Q. y O. U. Martínez B. 2005. Análisis dimensional y tablas de producción de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) para el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 18. Coahuila, México. 24 p.
- Cano P., A.; O. U. Martínez B., 2007. Determinación de áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) en el estado de Coahuila. . INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 31. Coahuila, México. 48 p
- Cano P. A. Martínez B. O. U.; Berlanga R. C. A; Villavicencio G. E. E.; Castillo Q. D. 2011. Guía para la evaluación de existencias de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) en poblaciones naturales del Estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico Núm. 43. Coahuila, México. 29 p
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. NY. Bot. Gard., Columbia., Univ. Press. 842 p.
- Dahlgren, R. M, H. T. Clifford and P. F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons. Springer-Verlag, Berlín, 520 p.

- Endlicher S., L. 1842 Genera plantarum secundum ordines naturale disposita. Viena. 1123p.
- Henrickson J y M. C. Johnston. 1977. A flora of the Chihuahuan Desert region. Edition 1.2 vol 2. L.A. U.S.A. 1687 pp.
- Hutchinson, J. 1934. The families of flowering plants. Vol. II. Monocotyledons. Clarendon Press, Oxford. 532 p.
- Ibave F., J. L., Ibave, M. G. López e I. Díaz De La Garza. 2001. Generación de tecnologías para la extracción de inulina y su estudio prospectivo de mercado. En. Memorias: Fondo Estatal Sivilla-Chihuahua. SEP-CONACYT. Gob. del Edo. de Chihuahua. Chihuahua, Chih. pp: 177-179.
- Kemp, Paul R. 1983. Phenological patterns of Chihuahuan Desert plants in relation to the timing of water availability. Journal of Ecology. 71: 427-436.
- Ludwig, J.A., J.F. Reynolds and P.D. Whitson. 1975. Size-biomass relationships of several Chihuahuan Desert Shrubs. The American Midland Naturalist. 94 (2): 451-461.
- Marroquín, J. S, G. Borja L., R. Velásquez C. y J. A. de la Cruz C. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Pub. Especial No. 2. 2a Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México. 166 p.
- Melgoza C., A. y J. S. Sierra T. 2003. Contribución al conocimiento y distribución de las especies de *Dasyllirion*

- spp (sotol) en Chihuahua, México. Rev. Ciencia Forestal en México. 28 (93): 25-40.
- Olhagaray R., E. C; G. Esparza Ch. y F. Vega S. 2004. Producción y comercialización de licores de sotol (*Dasyliirion cedrosanum* Trel.) en Durango, México. Revista Ciencia Forestal en México. 29 (45): 83-89.
- Olivas N., G. y J. Rivera, Q. 1984. Informe anual de actividades del Programa de Aprovechamiento Forestal en la Región Lagunera. SARH.5p.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Flora. *En*: Atlas Cultural de México. Secretaría de Educación Pública. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Ed. Planeta. México, D. F. 222 p.
- Standley, P. C. 1920. Trees and Shrubs of Mexico. Contributions from the United States National Herbarium. Vol 23. Part 1. Washington, D C. 169 p.
- Zárate L., A. 2003. Inventario de las poblaciones de sotol (*Dasyliirion cedrosanum* Trel.) en el Estado de Coahuila. Secretaría de Fomento Agropecuario del estado de Coahuila. 24 p.

CAPÍTULO V

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DEL MAGUEY VERDE (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*)

Martín Martínez Salvador¹, Ricardo Mata González²,
Diodoro Granados Sánchez³ y Martín Gómez Cardenas



¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama, Chihuahua.

²Oregon State University. Department of Rangeland Ecology and Management. Corvallis OR., USA

³Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Méx.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valles Centrales, Oaxaca, Oaxaca.

Introducción.

El maguey verde (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) es una especie muy emblemática para México. Se distribuye en la región del altiplano entre los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Esta especie es clave para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de esta región formados por mosaicos de nopaleras (Opuntias) y magueyeras (Agaves) e históricamente ha sido utilizada para la elaboración de bebidas fermentadas y destiladas, para el establecimiento de barreras rompevientos en las áreas agrícolas, alimento para el ganado, aprovechamiento de insectos comestibles que se desarrollan de ella y múltiples usos más (Esparza *et al.*, 2008).

En esta región semidesértica en la que crece esta especie existe un agudo problema de los suelos se caracterizan por ser poco profundos, con poca materia orgánica, alto grado de salinidad, poca capacidad para la retención de humedad y escasa presencia de mantos acuíferos subterráneos (Frayre, 1996). La vegetación corresponde a matorral xerófilo (rosetófilo, crasicale, y microfilo) (Rzedowski, 1983) y las precipitación media es menor a los 400 mm y mal distribuida, lo que marginación, dificulta la producción agrícola o la ganadería intensiva. Por lo que el uso de especies nativas para alimentación o comercialización de subproductos es una práctica común.

Los Agaves.

La palabra “Agave” es proveniente del griego que significa “admirable, noble, ilustre agradable, magnífica” (Reyes, 1987; Granados, 1993; Nobel, 1998) y es la que representa al género

de los conocidos magueyes. Las plantas de este género se caracterizan por tener raíces duramente fibrosas, radiadas y extendidas superficialmente; tallos gruesos y muy cortos, usualmente mas cortos que la yema terminal, hojas largas, generalmente suculentas, protegidas o desprotegidas, con dientes sobre los márgenes y con una espina aguda muy dura; sus hojas se encuentran dispuestas en una roseta suculenta (Tello, 1988).

De acuerdo con H. S. Gentry (1982), en 1753 Linneo estableció el género *Agave* con solo cuatro especies, luego las adiciones de especies durante los siglos 18 y 19 respondieron a necesidades o conveniencias hortícolas, ya que entonces numerosos magueyes fueron llevados a Europa como novedades ornamentales (Aguirre *et al.*, 2001).

En relación con la clasificación de los agaves, en décadas pasadas los botánicos tradicionales consideraron que el género *Agave* pertenecía a las familias Liliaceae y Amarillidaceae; sin embargo, en los últimos años la mayoría de los especialistas lo clasifican como género de la familia Agavaceae (cuadro 1) (Piña, 1980; Domínguez, 1980; Granados, 1993) reconociéndose en la actualidad 136 especies, 26 subespecies, 29 variedades, y 7 formas (Gentry, 1982), las cuales se encuentran incluidas en la siguiente jerarquía taxonómica (Granados, 1993):

Cuadro 1. Descripción taxonómica del maguey verde

División	Angiospermae
Clase	Monocotiledoneae
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Subfamilia	Agavoideae
Género	Agave
Subgénero	Agave y Littaea

Origen de los agaves.

Slauson (2000) menciona que las especies del género *Agave* son nativas de México, Islas Canarias y del suroeste de Estados Unidos de América; sin embargo, en México se distribuyen el 75% de ellas, 74% de las cuales son endémicas de este país (García, 1995; Martínez *et al.*, 1999). En México desde la época prehispánica las especies de *Agave* han sido apreciadas por la utilidad que los pueblos mexicanos encontraron en varios de sus géneros para alimentación, obtención de bebidas, forraje y extracción de fibras (Gentry, 1980; Colunga y May 1993; Franco, 1995). Sin embargo, las especies de este género han sido afectadas por la destrucción y modificación de su hábitat como resultado de un gran número de actividades humanas tales como la urbanización, agricultura, ganadería, construcción de carreteras y presas, elaboración de productos secundarios, así como la extracción de plántulas y especímenes adultos para uso ornamental (Franco, 1995).

Características

La especie *Agave salmiana* está adaptada a diferentes hábitat, incluyendo cerros y laderas inclinadas y se desarrolla tanto a nivel individual como poblacional, sobre suelos con textura medias y con un pH de neutro a ligeramente ácido (Martínez y Meyer 1985).

Las plantas de Maguey verde (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) son vigorosas y con una roseta de hojas suculentas que alcanzan alturas de hasta 1.8 m, las cuales pueden llegar a pesar en fresco hasta 250 kg, su tallo es fibroso, corto y grueso y al eliminar la yema floral este engrosa aun mas y junto con las bases de las hojas forman un órgano de almacenamiento de carbohidratos llamado piña; por su parte las raíces de la planta son abundantes y fibrosas, de color rojo oscuro, la mayor parte de estas se distribuyen en un radio similar al de la roseta de la planta y dentro de los primeros treinta centímetros de profundidad (Martínez y Meyer 1985; Tello, 1988; Martínez, 1988).

Fenología.

El ciclo biológico de la especie es de entre 8 y 20 años, la floración se presenta al final del ciclo de vida, después del largo periodo de crecimiento vegetativo. La planta se propaga mediante la producción de vástagos y es capaz de producir también abundante semilla (Gentry, 1982); al respecto, Martínez y Meyer (1985) mencionan que la propagación vegetativa mediante la producción de vástagos que emergen al final de un rizoma es determinante en el mantenimiento de la poblaciones de maguey verde en el altiplano Potosino-

Zacatecano, ya que constituye el único medio seguro de producción de nuevas plantas, ante la escasa o nula producción de semilla.

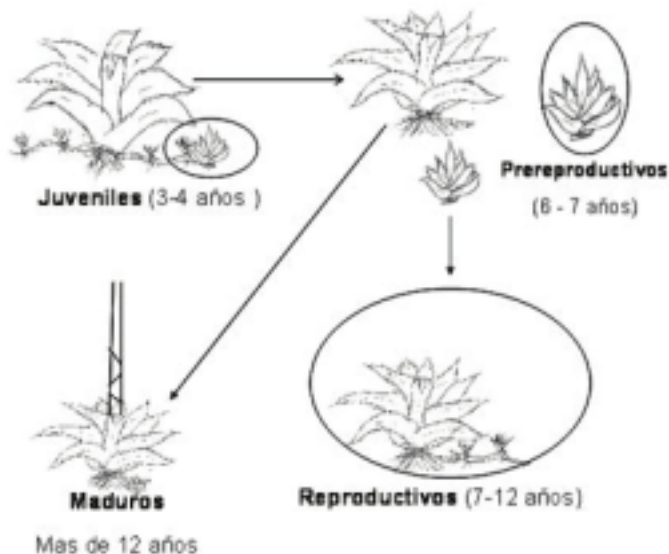


Figura 1. Ciclo de vida del maguey (Martínez *et al.*, 2012).

El ciclo de vida de la especie se inicia con el brote del vástago que emerge de un estolón producido por la planta madre en estado reproductivo. Hemos llamado a estos individuos agaves juveniles, los cuales crecen pegados al estolón por un periodo de hasta cuatro años, posteriormente se desprenden de la planta madre entrando a la etapa pre-reproductiva la cual termina entre los 6 y 7 años de edad cuando empiezan a extender sus estolones convirtiéndose en plantas reproductivas. Finalmente después de los 12 años de edad el *Agave salmiana* alcanza la madurez, la cual se observa por la formación y brote del escapo floral o “quiate”, el cual indica que

la planta ha completado su ciclo de vida y morirá (Martínez *et al.*, 2005).

Distribución

Agave salmiana ssp. *crassispina* conocido como el Maguey Verde, es una subespecie del gran Maguey Verde Pulquero el cual se distribuye en las zonas del centro de México (Tlaxcala, Hidalgo, Queretaro, Puebla y el Edo. México) (Cuadro 2, Figura 3). La subespecie *crassispina* localiza sus poblaciones principalmente en el altiplano Potosino Zacatecano. Para el objeto de este estudio, el área de distribución de las poblaciones naturales de *Agave salmiana* se localiza en los municipios de Pinos, Villa Hidalgo y noria de Ángeles Zacatecas, donde se identificó una superficie de 61,250 ha, las cuales se localizan en comunidades de matorral crasicáule, matorral rosetófilo, matorral micrófilo y pastizales.

Cuadro 2. Superficie potencial del maguey verde en México.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUP (HA)
Matorral crasicáule	34,206
Matorral desértico rosetófilo	18,372
Matorral desértico micrófilo	4,760
Pastizal	4,181
TOTAL	61,520

Fuente: Elaboración propia INIFAP con base en cartografía del INF serie III, Información de conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

Agave salmiana ssp. *crassispina* también se puede encontrar individuos en algunas áreas de los estados de Aguascalientes y Guanajuato. Esta especie se caracteriza por preferir suelos someros con altos contenidos de carbonatos de calcio, y por distribuirse en una región con alturas superiores a los 2000 msnm. La Figura 2 muestra el área de distribución de la especie.

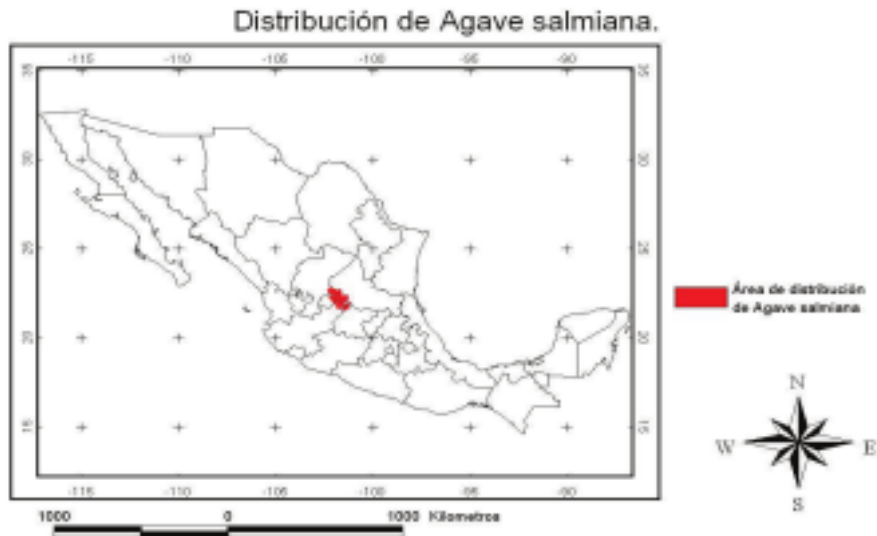


Figura 2. Área de distribución de *Agave salmiana*.

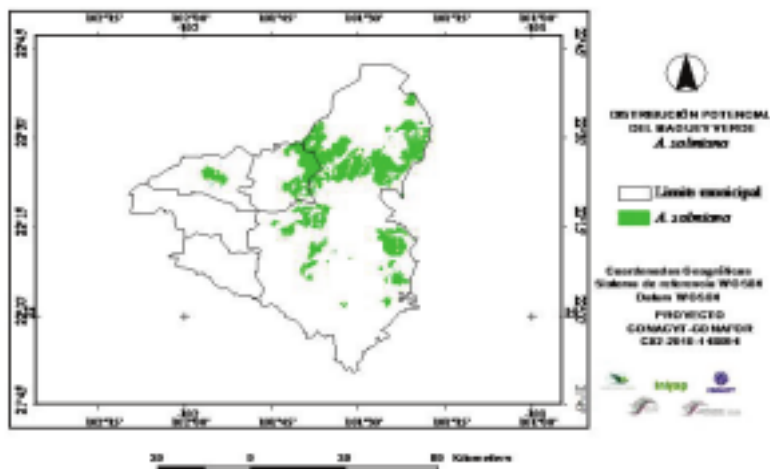


Figura 3. Mapa de distribución potencial del maguey verde (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) en el sureste de Zacatecas, México.

Tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación en los que se desarrolla la especie *Agave Salmiana* ssp. *crassispina* son:

Matorral crasirosulifolio espinoso. Comunidad vegetal en la que más del 50% de los individuos son de tallos crasos ó fibrosos y con hojas dispuestas en roseta, tal es el caso de *Agave* spp. y las Cactáceas. Del área de distribución de esta especie, esta comunidad vegetal esta compuesta principalmente por especies del género *Opuntia* (nopales) y maguey verde, las cuales conviven con algunas especies espinosas principalmente de la familia leguminoseae, con mayor frecuencia los géneros *Acacia* y *Mimosa*.

Nopalera. Esta comunidad vegetal está caracterizada principalmente por la presencia de *Opuntia straptocantha* (nopal cardón), *Opuntia robusta* (nopal tapón) y *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo) conviviendo con algunas especies de un estrato arbustivo de los géneros Mimosa y algunos pastizales como *Bouteloua*;

Mezquital. Esta comunidad vegetal se caracteriza por estar dominada en el estrato Vertical por la presencia de especies del género *Prosopis* (Mezquites), el cual se encuentra asociado con matorral cracirosulifolio y con algunos pastizales.

Matorral inerme. En esta comunidad menos del 25% de las especies que la componen tienen presencia de espinas; mientras que el 75% de las especies que integran esta comunidad comúnmente presentan hojas pequeñas perennes o caedizas. Entre las especies que dominan este tipo de comunidad se encuentra *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Jatropha dioica* (Sangre de drago), *Flourenzia cernua*, entre otras. La mayoría de las especies de esta comunidad son arbustivas y han adaptado diferentes mecanismos fisiológicos para tolerar el déficit de humedad.

Matorral subinerme. Más del 25% pero menos del 50% de las especies que la integran presentan espinas, generalmente de la familia Leguminoseae entre las que a menudo encontramos *Prosopis*, *Acacia*, *Mimosa*; mientras tanto el 50% de las especies restantes corresponde a arbustos de hojas pequeñas y sin espinas.

Matorral espinoso. Este tipo de vegetación se caracteriza por

ser una comunidad en la que más del 75% de las especies que componen la comunidad vegetal son especies con espinas y con hojas pequeñas caedizas o perennes, la mayoría de las especies que componen esta comunidad son de la familia fabaceae y además se caracteriza por ser de los principales agostaderos de la región de estudio.

Estructura de las comunidades del maguey verde.

En la región del altiplano Potosino Zacatecano, el Maguey verde se distribuye en diferentes estratos y con diferente densidad. De acuerdo con un estudio realizado por (Martínez *et al.*, 2007) en el sureste de Zacatecas, se identificaron comunidades vegetales con diferente estructura y composición con diferente densidad de agaves, aunque para la mayor superficie de la región las características edáficas, climáticas y orográficas son muy similares. Lo cual hace suponer que probablemente la influencia de los aprovechamientos intensivos del maguey ha generado perturbaciones en el ecosistema. Sin embargo, sería necesario realizar algún estudio paralelo con series de datos y análisis espaciales multitemporales para verificar dicha hipótesis.

A continuación se presenta una descripción de los tres estratos característicos del área de distribución de los agaves en el sureste de Zacatecas. Los atributos de las comunidades de esta región son muy similares a las condiciones ecológicas encontradas en el resto del área de distribución de la especie en la región del altiplano.

Estrato con alta densidad de maguey.

Existe variación en las características fenotípicas de los agaves (Cuadro 3) para cada etapa de desarrollo. Se estima para todos los casos un coeficiente de variación menor al 24.79% siendo en los agaves juveniles en los que se presenta una mayor variación, mientras que en los agaves maduros la variación fue menor. Por otra parte, con excepción de los agaves juveniles en el resto de las etapas fenológicas la variación en el diámetro basal fue mayor que la variación en altura y diámetro de cobertura.

Cuadro 3. Atributos de las poblaciones vegetales en un estrato con densidad alta de agaves en el sureste de Zacatecas, Méx.

Especie	Número de individuos_ha		Altura		Diámetro de copa		Diámetro basal	
	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.
<i>Agave salmiana</i> (D)	993.3	66.11	22.96	4.58	24.88	6.17	15.83	3.14
<i>Agave salmiana</i> (C)	828.3	66.85	51.67	4.45	54.92	8.18	31.79	6.47
<i>Jatropha dioica</i>	813.3	314.77	38.58	13.01	59.92	19.08	31.75	14.69
<i>Agave salmiana</i> (B)	696.7	48.96	73.75	3.93	77.50	6.20	46.17	9.26
<i>Agave salmiana</i> (A)	606.7	34.22	108.29	7.33	118.29	14.40	60.63	12.61
<i>Larrea tridentata</i>	260.0	67.82	109.67	45.71	142.00	44.56	18.17	11.02
<i>Opuntia cochinera</i>	220.0	127.28	58.50	14.85	172.50	60.10	139.00	57.98
<i>Opuntia robusta</i>	200.0	77.61	66.72	28.46	149.78	82.58	122.94	83.32
<i>Ferocactus histrix</i>	173.3	98.66	32.33	8.02	38.33	11.68	32.33	6.35
<i>Opuntia rastrea</i>	157.1	57.89	46.14	17.08	110.64	52.49	78.79	55.61
<i>Opuntia microdasys</i>	120.0	16.33	34.00	12.11	69.00	39.55	49.00	32.92
<i>Mimosa biuncifera</i>	116.7	33.53	108.00	46.64	159.67	58.77	18.67	10.92
<i>Opuntia leucotricha</i>	100.0	23.90	99.63	64.82	86.75	60.84	21.00	13.76
<i>Opuntia imbricata</i>	98.2	25.87	119.82	43.33	96.73	53.62	17.09	19.10
<i>Berberis trifoliata</i>	85.3	26.04	102.87	37.73	116.27	40.28	34.00	42.20
<i>Opuntia cantabrigensis</i>	75.6	35.28	69.89	26.64	98.67	69.73	50.33	65.81

<i>Acacia farnesiana</i>	74.3	17.99	270.43	61.30	355.71	128.82	23.86	14.12
<i>Prosopis velutina</i>	64.0	10.95	151.20	41.29	192.00	77.95	9.20	3.77
<i>Ferocactus latispinus</i>	60.0	14.14	29.00	31.11	25.50	12.02	20.50	4.95
<i>Acacia vernicosa</i>	48.0	8.94	134.80	53.53	174.60	40.99	21.00	4.74
<i>Dasyllirion wheeleri</i>	42.0	6.53	114.00	48.08	102.50	17.68	62.00	32.53
<i>Opuntia tunicata</i>	40.0	3.56	24.50	6.36	46.50	2.12	34.00	15.56
<i>Opuntia streptocantha</i>	38.0	3.28	170.00	155.56	157.50	201.53	28.00	31.11
<i>Echinocereus stramineus</i>	36.0	4.52	25.50	6.36	177.50	159.10	175.00	162.63

Agaves maduros (A), agaves reproductivos (B), agaves prerreproductivos (C), agaves juveniles (D).

En esta comunidad vegetal *Agave salmiana* aunque es la especie dominante (42%) se encuentra asociada principalmente con poblaciones de gobernadora (*Larrea tridentata*) y sangre de drago (*Jatropha dioica*). Estas dos especies representan el 18% del total de individuos en el estrato, mientras que cinco especies de la familia cactaceae (*Opuntia cochinerana*, *Opuntia robusta*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia leucotricha* y *Ferocactus histrix*) que forman parte de una comunidad denominada “nopaleras” representan el 18% de individuos en la comunidad vegetal, y el resto de las especies representan solo el 12% de los individuos totales.

En relación con la variación de la abundancia de las especies de esta comunidad, en la mayoría de ellas el coeficiente de variación. es menor a 30%; no obstante, en algunos casos como *O. cochinerana* y *Ferocactus histrix* el c.v. es superior al 50%, esto indica que la distribución en el espacio de estas dos especies es mas heterogénea que en el resto, este dato resulta interesante ya que, *F. histrix* es una especie incluida en la NOM-059 en la que se le otorga el estatus de especie en peligro de extinción; por lo que será necesario elaborar programas de manejo que garanticen la recuperación de dicha especie. (SEMARNAT, 2010).

Estrato con media densidad de maguey.

La información contenida en el Cuadro 4 se presentan asociaciones vegetales en las que la comunidad dominante es

caracterizada como matorral xerófito subinermé (poblaciones arbustivas con hojas pequeñas caedizas o perenes en las que menos del 25 % de las especies que forman esta comunidad tienen presencia de espinas), en este caso *Buddleja scordioides*, *Jatropha dioica*, *Mimosa biuncifera* y *Larrea tridentata* representan el 53.56% de los individuos de la comunidad. Por su parte las poblaciones de agave representan solo el 11% de la comunidad vegetal. Una comunidad mas en asociación con el agave son las nopaleras, integrada por especies de la familia cactaceae, las cuales representan el 25.63% de la comunidad vegetal, y el resto de las especies representan solo el 9.04% de los individuos totales.

Cuadro 4. Atributos de las poblaciones vegetales en un estrato con densidad media de agaves en el sureste de Zacatecas, Méx.

Especie	Número de individuos_ha		Altura		Diámetro de copa		Diámetro basal	
	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.
<i>Buddleja scordioides</i>	1216.0	436.72	29.00	9.46	38.00	6.20	16.20	5.93
<i>Jatropha dioica</i>	1062.8	374.72	32.00	9.90	46.07	17.09	19.71	12.96
<i>Mimosa biuncifera</i>	954.29	398.91	45.57	23.93	59.50	24.43	10.64	3.71
<i>Larrea tridentata</i>	826.67	380.04	68.17	14.27	90.50	17.95	13.67	3.56
<i>Microrhamnus ericoides</i>	480.00	226.27	47.50	4.95	59.00	21.21	19.50	3.54
<i>Echinocereus stramineus</i>	426.67	122.20	24.67	2.89	38.00	9.54	34.67	8.50
<i>Opuntia rastrera</i>	360.00	76.59	33.00	11.80	97.00	51.04	28.25	23.64
<i>Agave salmiana (B)</i>	273.85	64.73	70.38	3.64	79.54	4.61	42.15	3.89
<i>Agave salmiana (D)</i>	267.69	68.50	17.08	3.90	20.15	3.41	14.08	5.85
<i>Opuntia leucotricha</i>	266.67	41.31	98.50	37.73	147.17	69.15	42.83	42.57
<i>Opuntia robusta</i>	266.67	92.38	69.00	12.12	113.00	15.87	38.00	13.86
<i>Opuntia streptacantha</i>	213.33	46.19	103.67	17.67	126.00	19.31	73.33	46.19

<i>Agave salmiana (C)</i>	212.31	43.50	46.46	6.24	52.85	7.29	32.31	7.10
<i>Opuntia imbricata</i>	164.00	18.59	111.00	48.57	100.57	66.81	11.43	4.39
<i>Opuntia microdasys</i>	158.00	22.50	20.33	2.31	54.00	38.43	40.67	42.91
<i>Agave salmiana (A)</i>	138.46	46.63	83.46	37.11	89.54	40.64	44.54	21.25
<i>Lowania sp.</i>	114.20	0.65	55.80	2.59	64.00	1.58	30.20	2.59
<i>Opuntia cantabrigensis</i>	87.40	1.35	34.00	2.35	17.40	3.51	11.20	1.30
<i>Berberis trifoliata</i>	52.80	2.48	63.80	1.79	82.80	4.97	15.00	0.71
<i>Acacia farnesiana</i>	37.60	1.04	141.60	2.07	128.60	5.59	19.20	2.77

Agaves maduros (A), agaves reproductivos (B), agaves prereproductivos (C), agaves juveniles (D).

vos (B), agaves prereproductivos (C), agaves juveniles (D).

La abundancia de los agaves disminuye a medida que las plantas crecen, de tal manera que al igual que en el estrato anterior el número de agaves juveniles es mayor que el número de agaves maduros (agaves juveniles 267.69 ± 68.50 , agaves pre-reproductivos 212.31 ± 43.50 , agaves reproductivos 273.85 ± 64.73 , agaves maduros 138.46 ± 46.63). La abundancia presenta una variabilidad entre el 20.48% y el 33.67%. La baja abundancia con alta variabilidad, indica que en este estrato las poblaciones de agave tienen una distribución espacial más heterogénea, esto ocasiona que se encuentren vulnerables a intensidades altas de aprovechamiento, por lo que es necesario establecer esquemas de manejo que garanticen la preservación del recurso. Por otra parte en el Cuadro 4 se muestra que en esta región el porte de los individuos es menor que en la región de dominancia de la especie y que las características de los agaves presentan alta variabilidad a pesar de ser plantas que se propagan principalmente a partir de rizomas.

Cuadro 5. Atributos de las poblaciones vegetales en un estrato con densidad baja de agaves en el sureste de Zacatecas, Méx.

Especie	Número de individuos_ha		Altura		Diámetro de copa		Diámetro basal	
	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.	Media cm	Dev. Std.
<i>Larrea tridentata</i>	1164.4	407.74	75.56	22.31	97.50	34.48	9.78	3.99
<i>Opuntia leucotricha</i>	660.00	321.16	62.13	14.23	62.75	31.52	20.13	13.50
<i>Jatropha dioica</i>	617.93	261.62	34.93	11.72	64.86	32.47	39.34	35.07
<i>Mimosa biuncifera</i>	490.32	188.11	42.55	18.12	72.71	25.53	26.61	16.64
<i>Budleja scordioides</i>	453.67	10.25	16.67	4.23	24.00	2.37	7.33	1.51
<i>Flourencia cernua</i>	444.44	279.36	50.00	12.61	63.89	14.53	12.67	5.34
<i>Acacia vernicosa</i>	400.00	165.89	84.50	39.24	148.33	64.52	18.00	12.85
<i>Opuntia rastrera</i>	381.54	120.17	23.38	10.12	56.54	25.16	31.54	24.40
<i>Opuntia imbricata</i>	360.00	100.66	80.25	54.96	58.25	42.02	6.25	3.20
<i>Opuntia robusta</i>	272.00	100.13	57.50	23.75	70.80	32.75	33.20	21.14
<i>Ferocactus histrix</i>	213.33	46.19	37.00	17.06	40.33	9.50	40.33	9.50
<i>Opuntia cantabrigensis</i>	213.33	65.32	59.83	21.58	70.00	40.65	24.83	18.98
<i>Agave salmiana (D)</i>	209.03	66.47	16.16	4.73	19.23	5.54	12.23	2.97
<i>Microhamnus ericoides</i>	200.00	40.00	59.50	33.69	49.00	33.06	10.00	0.00
<i>Agave salmiana (C)</i>	187.10	69.74	40.39	14.98	46.97	17.68	27.32	11.30
<i>Echinocereus stramineus</i>	177.78	26.67	30.44	26.91	44.22	26.57	35.89	16.78
<i>Agave salmiana (A)</i>	169.03	52.84	97.55	20.65	108.39	25.56	53.29	15.73
<i>Opuntia streptacantha</i>	161.23	23.50	146.00	147.08	155.50	204.35	20.50	23.33
<i>Agave salmiana (B)</i>	160.00	62.82	67.84	13.31	75.94	14.71	38.39	8.62
<i>Berberis trifoliata</i>	152.36	26.50	83.00	17.69	100.00	45.97	23.33	15.28
<i>Acacia farnesiana</i>	141.00	16.53	143.50	77.43	169.50	83.36	11.00	3.37
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	124.00	2.17	9.50	1.05	10.17	1.17	8.33	0.52
<i>Opuntia microdasys</i>	51.83	0.74	34.83	1.17	53.67	3.93	21.67	4.89
<i>Prosopis velutina</i>	46.83	1.39	161.00	10.62	257.00	14.34	21.67	4.18

Agaves maduros (A), agaves reproductivos (B), agaves prereproductivos (C), agaves juveniles (D).

El Cuadro 5 muestra la abundancia de las poblaciones en el estrato donde se considera una densidad baja de agave. En este caso el número de individuos de agave por hectárea es de 725, representando el 9.73% del total de individuos de la comunidad, en este estrato la especie con mayor abundancia es *Larrea tridentata*, la cual domina el matorral inerme en el que siete especies ocupan el 56.78% de los individuos de la comunidad (*Opuntia leucotricha*, *Jatropha dioica*, *Mimosa biuncifera*, *Buddleja scordioides*, *Flourenzia cernua*, *Acacia vernicosa*). En el caso de las especies de la familia cactáceae (*Opuntia rastrera*, *O. imbricata*, *O. robusta*, *Ferocactus histrix*, *O. cantabrigansis*, *O. streptacantha*, *O. microdasys*, *Mammillaria* spp.) representan el 23.85% del total de la comunidad, mientras que el 9.74% restante corresponde a individuos de otras 8 especies.

Al diferenciar la abundancia en los agaves de acuerdo con su etapa fenológica, observamos que al igual que en los otros casos, el número de individuos / ha disminuye gradualmente a medida que estos crecen y maduran. Por otra parte la abundancia del maguey presenta un c.v. de entre 30 y 40%, por lo que consideramos que los agaves se encuentran distribuidos de manera heterogénea. Se observa además que dentro de cada una de las etapas fenológicas estudiadas, las dimensiones de las plantas muestran variación superior al 20%.

Usos del maguey.

El uso de los agaves se remonta a la época precolombina,

cuando los pueblos indígenas encontraron en esta maravillosa planta una fuente abastecedora de materia prima para elaborar cientos de productos. De las pencas obtenían hilos para tejer costales, tapetes, morrales, ceñidores, redes de pesca y cordeles; las pencas enteras se usaban para techar las casas a modo de tejado, los quiotes secos (tallo floral que alcanza más de tres metros) servían como vigas y como cercas para delimitar terrenos; las púas o espinas se utilizaban como clavos y como agujas; de las raíces se elaboraban cepillos, escobas y canastas; del jugo del maguey además de la miel, se obtenía la bebida ritual por excelencia: el pulque (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distintos usos del maguey.

Bebidas	Hospederos	Condimentos	Fibras	Otros usos
Jugo dulce	Gusano	Condimentos	Escobetas	Deslindar
Jarabe	blanco	para barbacoa	Estropajos	terrenos
Pulque	Gusano rojo	Guiso de	Artesanías	Protector de
Miel	Sal de	galumbo	Combustible	suelos
Vinagre	gusano	Postre	Bancos	Cercos
Agua		Azúcar		vivos
ardiente		Saborizante		Abono
Mezcales		de tamales y		Protección
Tequila		pan		contra la
Atoles		Mixtote		erosión
				Forrajes
				Alimento
				para aves
				Ornato

El Mezcal.

El procedimiento de elaboración del mezcal es similar al del tequila: ambos casos incluyen cuatro procesos: cocimiento de la "piña", machacado, fermentación y destilación; Sin embargo, la producción de mezcal en la mayoría de los casos sigue siendo muy rudimentaria. Pues el cocimiento de la "piña" del maguey se realiza en un horno construido bajo tierra, el machacado se lleva a cabo con la ayuda de caballos o bueyes, la fermentación se realiza en barricas de roble.

El mezcal obtuvo oficialmente una denominación de origen. Por lo que Actualmente se reconoce la existencia de una región mezcalera en los estados de Oaxaca, Guerrero, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas, existiendo también una norma Oficial Mexicana que regula las especificaciones físicas y químicas tanto para el mezcal 100% de agave (el que contiene azúcares que proceden exclusivamente del agave), como para el que se denomina simplemente mezcal (y que puede contener hasta 40% de azúcares de otros productos).

La elaboración del mezcal inicia cuando después de 10 a 15 años del nacimiento del maguey, este llega a su madurez. Para preparar el maguey, se cortan las pencas hasta dejar limpia la piña "Xima del maguey". Posteriormente se selecciona según su tamaño, para facilitar su manejo y cocción dentro de un horno cónico, el cual es calentado previamente a base de leña, además de agregar piedras de río para concentrar el calor. Pedazos de piña se acomodan en el horno y se cubren con bagazo y mantas durante un período de 3 días.

Cuando la cocción de los pedazos de piña llega al punto ideal,

éstas son removidas y colocadas dentro de un aro de piedra, de aproximadamente 5 metros de diámetro para iniciar la molienda. En el centro hay un poste vertical que conecta un eje a una enorme rueda de piedra (TAONA). La taona es arrastrada alrededor del aro por un burro o caballo o mediante un tractor para machacar el maguey. El jugo de maguey machacado se coloca en pilas de fermentación y se deja descubierto para fermentación natural, sólo con su propia levadura. Este proceso dura de 4 a 10 días.

Posteriormente es transferido a un alambique de cerámica o de cobre. Una campana de cobre se coloca arriba del alambique y la mezcla se calienta, evapora y condensa lentamente a través de un serpentín que gota a gota deposita el mezcal en un recipiente de recolección. El alcohol puro de la primera destilación se coloca nuevamente en el alambique y el proceso de destilación se repite, a lo que se le conoce como doble destilación. El líquido resultante es el exquisito mezcal.

Aguamiel y Pulque.

La etapa productiva de un maguey pulquero comienza cuando éste es "capado", es decir cuando se le corta el conjunto de pencas más tiernas del centro de la planta para que, al cabo de cuatro meses, comience a dar sus primeros litros de aguamiel. El periodo de producción del aguamiel dura generalmente de tres a cuatro meses, y rinde en promedio unos 300 litros. De la fermentación del aguamiel, que tarda menos de 24 horas, se obtiene la bebida alcohólica que conocemos como pulque.

Por los estudios químicos que se les han realizado, se sabe que el aguamiel y el pulque son bebidas ricas tanto en

proteínas, como en vitaminas y calcio. Sin embargo, su consumo está prácticamente rezagado.

El pulque fue una bebida ritual para los Mexicas y otros pueblos mesoamericanos. Era la bebida que se daba en las bodas, que se les daba a beber a los guerreros vencidos que iban a ser inmolados, la que se usaba en importantes ceremonias religiosas, etc. Estuvo tan arraigada en la cultura autóctona, que no bastaron 300 años de esfuerzos de las autoridades coloniales para eliminar su consumo. Tampoco 176 años de esfuerzos de la sociedad independiente por desprestigiarla y tratar de sustituirla por otras bebidas obtenidas por fermentación, muy altamente prestigiadas por ser originarias de los pueblos europeos; cuya cultura se ha impuesto, como la cerveza y el vino, que cuentan con los medios masivos de comunicación para exaltar sus virtudes y el buen gusto que implica el consumirlas y ofrecerlas.

El pulque es el producto de la fermentación de la savia azucarada o aguamiel, que se obtiene al eliminar el qurote o brote floral y hacer una cavidad en donde se acumula el aguamiel en cantidades que pueden llegar a seis litros diarios durante tres meses.

El aguamiel se consume directamente, siendo una bebida de sabor agradable que contiene alrededor de 9% de azúcares (sacarosa). Se puede beber cruda o hervida. Cuando se consume cruda existe el peligro de que las saponinas que

contiene, al tocar la piel junto a la boca, la irritan produciendo ronchas.

El procedimiento tradicional, que data desde las épocas prehispánicas, consiste en recoger el aguamiel y colocarlo en un recipiente de cuero, donde se lleva a cabo la fermentación provocada por la flora natural del aguamiel. Esto constituye la semilla con la que se inocularán las tinas de fermentación, también de cuero pero con mayor capacidad.

Conforme la fermentación avanza, es controlada por catadores que vigilan la viscosidad y sabor para determinar el momento en que se debe suspender. Una vez hecho esto, se envasa el pulque en barriles de madera y se distribuye en los expendios llamados pulquerías.

Utilización del maguey en la alimentación del ganado.

Ante periodos drásticos de sequía y cuando el forrage escasea, usualmente los pobladores de las áreas magueyeras utilizan el maguey como alternativa para alimentar el ganado. Esta planta según Macedo (1950) se le considera buen forraje, ya que el ganado de las diversas especies que se acostumbran a comer las pencas de los magueyes ya explotados y la raspadura de los mismos, se encuentran en gordos. En las zonas áridas, las hojas de maguey, son colectadas por los habitantes de la región para alimentar al ganado (González y Sheffey, 1964).

Gentry (1972) señala que las hojas de agaves son alimento para el ganado; observándose, en San Luis Potosí en el año de 1963, que el *Agave salmiana* Otto ex Salm., era acarreado diariamente a los establos que abastecían de leche a la ciudad, consumiéndose anualmente varios miles de toneladas de hojas frescas y verdes. Estas, junto con las pencas de *Opuntia*, constituyen una fuente importante para los animales en esa región desértica.

Arizpe (1975) considera que existe un déficit en lo que respecta a forraje de buena calidad, y que el maguey se emplea en una gran parte de los establos, ya que es considerado como barato y de relleno. Además de que su uso no provoca trastornos digestivos en el ganado, su utilización como forraje, puede mejorarse con la suplementación de ingredientes proteínicos de acuerdo a las necesidades de cada animal.

El Futuro del Maguey Verde

Esta especie es intensamente utilizada para la elaboración de Mezcal principalmente, y en menor escala para múltiples usos como los mencionados en este capítulo en menor escala. La superficie plantada de esta especie es limitada a pesar de la necesidad de materia prima para la elaboración de las bebidas. Los productores mezcaleros y sus organizaciones, requieren de un programa de inventarios para conocer la estructura actual de las poblaciones de la especie, así como de un

programa regional de plantaciones con fines comerciales. Esto permitirá asegurar la producción regional e incursionar con mayor eficacia en los mercados internacionales. La denominación de origen otorgada a la producción de mezcal a diferentes regiones de México, es un aliciente para buscar consolidar la industria mezcalera y promover mejores niveles de vida a los habitantes de las regiones donde crece esta especie.

Literatura Consultada

- Aguirre R., J; C. H. Salazar, and F. J. Flores. 2001. El Maguey Mezcalero Potosino. Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Gobierno del Estado de San Luis Potosi. Instituto de Investigaciones de Zonas Deserticas, Universidad Autonoma de San Luis Potosi. pp: 87
- Arizpe G., P. 1975. Digestibilidad del maguey. Tesis profesional. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL. México. 58 p.
- Colunga, G. M. and F. May P. 1993. Agave studies in Yucatan, Mexico, I. Past and present germoplasm diversity and uses. *Economic Botany* 47: 312-327.
- Domínguez, X. A. 1980. Quimiotaxonomía del género *Yucca*. In: Yuca Centro de Investigación de Química Aplicada. Comisión Nacional de Zonas Áridas. Saltillo, Coahuila, México. pp: 185-198.

- Esparza F., G; F. Macías R; M. Martínez S; M. Jiménez G y S. Méndez G. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia* 42: 243-252.
- Franco M., I. 1995. Conservación In-situ y Exsitu de las agavaceas y nolinaceas Mexicanas. *Bol. Soc. Bot. Mexico* 57: 27-36
- Frayre Z., I. 1996. Proyecto de Desarrollo Rural de las comunidades marginadas de las áreas ixtileras en el Estado de Zacatecas (Proyecto F.I.D.A. zona ixtilera). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Sociales y Humanidades, 151 p.
- García M., A. 1995. Riqueza y endemismo de la familia Agavaceae en México. *In* Conservación de plantas en peligro de extinción: diferentes enfoques. E. Linares, P. Dávila, F. Chiang, R. Bye y T. S. Elias (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., p. 11-23.
- Gentry, H. S. 1972. The Agave Family in Sonora. *Agriculture Handbook No. 399 United States Department of Agriculture*. Washington, D.C. 195 p.
- Gentry, H. S. 1980. The nature of *Yucca* and problems with their exploitation. *In Yucca*, Serie El Desierto. Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, Mexico, 125-133.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of continental North America.

University of Arizona Press, Tucson, U. S. A. 670 p.

González C., A. y A. J. W. Scheffey. 1964 Los recursos espontáneos y su economía en: E. Beltran (Ed.). Las Zonas áridas del centro y noroeste de México IMRNR. México. pp:29-95.

Granados S., D.1993. Los Agaves en México. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, Mexico. 252 p.

Macedo E., M. 1950. Manual del magueyero. Ediciones Agrícolas Trucco. México. 160 p.

Martínez M., R. 1988. Dinámica poblacional de las magueyeras silvestres en el altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México. 90 p.

Martínez M., R. and S. E. Meyer. 1985. A demographic study of maguey verde (*Agave salmiana* spp. *crassispina*) under conditions of intense utilization. Desert plants (7): 61-64, 101 – 103.

Martínez P., A; L. E Eguiarte and G. R. Furtner. 1999. Genetic Diversity of the endangered endemic *Agave victoriae – reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert. Amer. J. Bot. 86(8): 1093-1098.

Martínez S., M; L. Beltrán M; R. Valdez C; E. Troyo D; B. Murillo A; J. Jiménez G y A. Ortega R. 2007. Assessment of sustainability performance on the utilization of agave (*Agave salmiana* ssp *crassispina*) in

- Zacatecas, Mexico. International Journal of Sustainable Development and World Ecology. 14 (4): 362-371.
- Martínez S., M; R. Mata G; C. Morales N; R. Valdez C. 2012. *Agave salmiana* Plant Communities in Central Mexico as Affected by Commercial Use. Environmental Management. 49:55–63
- Martínez S., M; Rubio A. H. y Ortega R. A. 2005. Population Structure of Maguey (*Agave salmiana* ssp. *crassispina*) in Southeast Zacatecas, México. Arid Land Research and Management. 19(1):101-109.
- Martínez V., E. 1983. Análisis de los sistemas de producción en la cuenca lechera del Valle de San Luis Potosí. Tesis Profesional. Escuela de Agronomía, UASLP. San Luis Potosí, SLP. México. 87 p.
- Nobel, P. S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Trillas. Mexico. 213 p.
- Pedroza S., A. 1998. Desarrollo Rural Sustentable, experiencias enfoques y perspectivas. URUZA, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. Méx. 183.
- Piña, L. I. 1980. Algunas especies del género Yuca en: Yucatán Serie El Desierto. Centro de Investigación de Química Aplicada. Comisión Nacional de las Zonas Áridas. Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Reyes A., J. A. 1987. Evaluación de plantaciones de maguey

mezcalero (*Agave salmiana* Otto ex Salm., spp. *crassispina* (Trel) Gentry) en el municipio de Pinos, Zacatecas, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 87 p.

Rzedowsky, J. 1983. La vegetación de México. LIMUSA. México D. F. 432 p.

SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM 059. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Saluson, L. A. 2000. Polination biology of two Chiropterophilous agaves in Arizona. *A Journal of Botany* 87(6): 825-836.

Tello, B. J. 1988. Análisis gráfico – tabular de dos poblaciones silvestres de maguey mezcalero (*Agave salmiana* Otto ex Salm, ssp. *crassispina* (Trel) Gentry) en el altiplano Potosino – Zacatecano. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 128 p.

CAPÍTULO VI

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA CANDELILLA (*Euphorbia antispyllitica* Zucc.)

Antonio Cano Pineda¹, E. Edith Villavicencio Gutierrez¹ y
Martín Martínez Salvador²



¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias, Campo Experimental Saltillo.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama, Chihuahua.

Introducción.

La candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*) es una especie ampliamente distribuida en las zonas áridas de México y es una de las especies aprovechadas comercialmente que ocupan mayor extensión territorial con potencial para su establecimiento como especie semicultivada.

De León (2008) menciona que se han realizado estudios de las propiedades de la cera de candelilla desde inicios del siglo pasado, con registros desde 1932. Por otra parte existen evidencias del uso de esta especie desde antes de la llegada de los Españoles a América. Los nativos mezclaban la cera con colorantes para fines ornamentales (Romhan, 1992).

Actualmente un gran número de pobladores de las zonas áridas realizan actividades de extracción de cera de candelilla. Sin embargo, en la década de los 80's se registró un auge en la organización para la recolección y extracción de este producto. Se reporta que en esos años dependían de ella alrededor de 10,000 familias pertenecientes a 300 ejidos localizados en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas (Maldonado, 1983) y para el año 2005 de acuerdo con los resultados del VII Censo Agropecuario (Cervantes, 2005), existían 4,589 unidades de recolección, distribuidas en 23 estados, siendo el estado de Coahuila donde se registra mayor actividad con 2,792 unidades de producción.

La historia del aprovechamiento de esta planta data del año de 1905, cuando Connek y Landress investigaron acerca de la composición, blanqueado y propiedades de la cera de candelilla. En 1914, los señores Borrego y Flores diseñaron un

método sencillo de obtención del recurso y extracción de la cera, que consistía en la recolección total de la planta y posterior sometimiento a ebullición, posteriormente se retira del fuego y al enfriarse, la cera se condensa en la parte superior, ya que es menos densa que el agua, con lo cual se puede recoger fácilmente. Esta cera sin refinar recibe el nombre de “cerote”.

La demanda de cera se incrementó durante la segunda guerra mundial, ya que se utilizaba para proteger a las telas de las tiendas de campaña para protegerse de los mosquitos, además se utilizaba para cubrir y prevenir el deterioro de algunas partes de los aviones y en la fabricación de explosivos. En esta época México llegó a exportar hasta 24,000 ton año¹ (Domínguez, 2004; López *et al.*, 2007).

Posteriormente su mercado tendió a disminuir como consecuencia del desarrollo de la industria petroquímica, ya que muchos de los productos que se elaboraban con la candelilla, fueron sustituidos por subproductos del petróleo, tales como, partes de aparatos electrónicos, bases para pegamentos, recubrimientos y cosméticos. √ Finalmente en la década pasada el auge por el uso de materias primas de origen natural incrementó nuevamente el mercado de la cera de candelilla (De León, 2008).

Actualmente ante la extrema sequía que asotó los estados del norte de México por casi dos décadas, esta planta ha sido intensamente utilizada; sin embargo, no se observan incrementos en el desarrollo económico y social de las familias involucradas en el proceso de recolección.

Descripción botánica.

La planta de candelilla es una especie forestal no maderable. El nombre común parece provenir de una traducción del inglés “candle” que significa vela pequeña. Pertenece a la familia de las Euforbiáceas, que corresponde a una extensa familia de plantas con flores de aspecto similar a los cactus de quienes se diferencian claramente por el látex lechoso que las euforbiáceas poseen. Es un arbusto perenne con hojas generalmente simples, alternas, el tallo tiene forma cilíndrica, y en temporadas de lluvias le brotan flores pequeñas de color rosa llamadas ciatios con estructura diminuta en forma de copa, con un involucre de glándulas variadas en el borde (FACENA, 2012).

Euphorbia antisiphilitica es una especie endémica de las regiones semidesérticas de México. Es un arbusto con un diámetro aproximado de 90 cm y con raíz pequeña. Una planta de tamaño moderado puede desarrollar más de 100 tallos de color verde grisáceo, con dimensiones típicas de 30-60 cm de largo y de 0.1 -1.0 cm de diámetro (Figura 1) (Taller Nacional de Candelilla, 2008).

En su interior existen flores estaminadas, dispuestas en espigas, el perianto se compone de 5 piezas, simples, sepaloideas, los estambres en filamentos libres o soldados, insertos sobre un disco nectarífero, con anteras bitecas y dehiscencia longitudinal. El gineceo es un ovario súpero, con tres carpelos soldados, 3 lóculos con 1 o 2 óvulos cada uno, placentación axilar, estilos libres o unidos en forma variable, el fruto generalmente esquizocarpo, algunas veces drupa, después de la fecundación el pedicelo pistilado empuja al fruto

hacia arriba y afuera para ser dispersado, semilla con embrión recto o curvo, en ocasiones con abundante endospermo oleaginoso (FACENA, 2012).



Figura 1. Planta de candelilla.

Se reproduce de manera asexual ya sea por brotes de tallos aéreos y subterráneos, y por semilla. Las colonias de tallos de esta especie abarcan diámetro aproximados de 90 cm, son de raíz pequeña y se ha estimado que una planta de tamaño moderado puede desarrollar más de 100 tallos de color verde grisáceo y dimensiones típicas de 30-60 cm de largo y de 0.1 - 1.0 cm de diámetro (Romahn, 1992; IC, 2004; CONABIO, 2008).

Como medio de defensa contra el calor, toda la planta se reviste de una capa cerosa, la cual impide la desecación de sus

tejidos por la evaporación que provocarían las altas temperaturas. La exudación es más abundante cuanto más se prolonga la sequía, por lo que la recolección de cera en esta época del año es mayor (Canales *et al.*, 2006).

Hábitat de la candelilla.

Esta especie se desarrolla en climas desérticos, distribuyéndose en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Chihuahua, Zacatecas, Hidalgo, Durango y Tamaulipas; siendo el estado de Coahuila el más representativo en cuanto a superficie y producción, debido a que participa con un 80% de la producción nacional (FAO, 2011). En los Estados Unidos de América, se distribuye en los estados de Nuevo México y Texas.

Las mayores concentraciones de candelilla se ubican en las coordenadas geográficas 102° y 104° de LW, desde el Río Bravo hasta el paralelo 24° de LN, encontrándose desde altitudes que varían desde los 460 hasta los 2,400 m.s.n.m., llegando a predominar en las alturas medias de 700 a los 1200 m.s.n.m. Así pues la cera de candelilla al igual que la fibra de lechuguilla, constituyen la fuente principal de ingresos para los campesinos de las zonas áridas del noreste de México (De la Garza *et al.*, 1992).

El arbusto de la candelilla contribuye a la prevención de la erosión edáfica, pues protege al suelo de la radiación solar y del efecto del viento, favorece el crecimiento de plantas como: lechuguilla, sotol, pasto chino, ocotillo y diversos cactus. Además, no se conocen plagas o enfermedades que la afecten (CONAFOR, 2009).

Requerimientos de la planta.

De manera general crece en laderas, en suelos calcáreos, de origen aluvial, y someros con profundidad menor a 25 cm, de textura franco arenosa, poco profundos, pedregosos, con buen drenaje, ricos en carbonato de calcio, con un pH que va de 7.4 a 8.4 y pobres en nitrógeno; asociada a otras plantas como lechuguilla, sotol, ocotillo y diversos cactus.

El peligro que corren estas poblaciones es el aprovechamiento inadecuado, así como la ganadería, el sobrepastoreo y los incendios (CONAFOR, 2009).

Distribución.

La candelilla tiene amplia distribución en la zona norte del desierto Chihuahuense. Se estima una superficie potencial de 8,526,336 ha (Cuadro 1), localizadas desde la zona del semidesierto zacatecano en la zona noreste del estado, hasta las grandes extensiones en los estados de Coahuila y Chihuahua principalmente, aunque también existen parches de esta especie en el estado de Durango (Figura 2). Los tipos de vegetación en los que se desarrolla la especie son el matorral desértico rosetófilo, matorral desértico microfilo y chaparral. En los estados de Zacatecas, Chihuahua y principalmente Coahuila, es donde se realizan prácticas intensivas de aprovechamiento comercial de la especie para la extracción de ceras.

Cuadro 1. Superficie potencial de la candelilla en el norte de México.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUP (HA)
Matorral desértico rosetófilo	7,306,438.97
Matorral desértico micrófilo	1,189,552.71
Chaparral	30,345.28
Total	8,526,336.96

Fuente: Elaboración propia INIFAP con base en cartografía del INF serie III, Información de conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

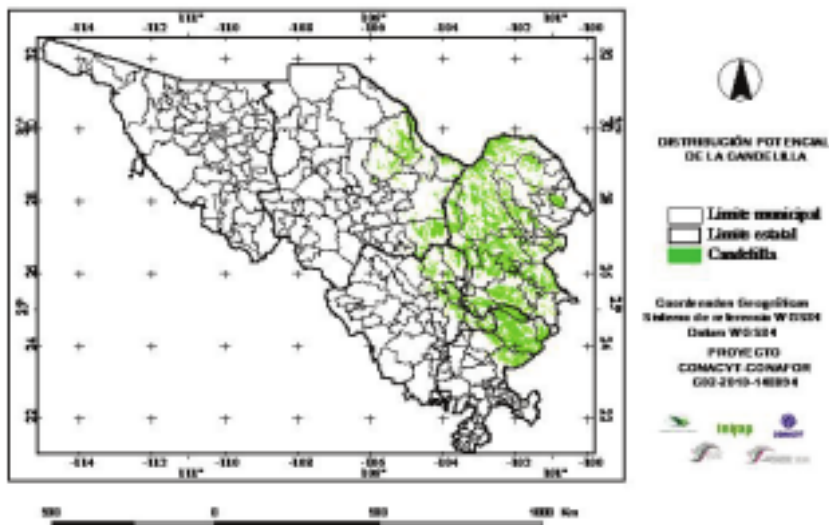


Figura 2. Mapa de distribución de la candelilla en el norte de México

Importancia de la candelilla.

Se considera una fuente principal de ingresos para los campesinos de las zonas áridas de la región noreste de México.

El aprovechamiento de esta especie actualmente tiene fuertes repercusiones sociales y económicas. En la década de los 90 participaban alrededor de 20,000 campesinos de 229 ejidos de la región candelillera, utilizando métodos de colecta y extracción tradicionales e irracionales, siendo cada vez más ineficientes y destructivos (De la Garza y Berlanga, 1993), los cuales se realizan hasta la actualidad. Las características climáticas que imperan en la zona de distribución de esta especie, al igual que la falta de opciones para sus habitantes repercute en las precarias condiciones de vida, lo cual obliga a los habitantes a llevar a cabo actividades forestales extractivas como única alternativa económica.

Desarrollo de plantaciones

Una de las alternativas que puede hacer más rentable y menos extenuante el sistema de producción de cera, es el establecimiento de plantaciones comerciales de la especie. Este proceso ha sido estudiado por diversas instituciones. Entre ellas los investigadores del Campo experimental La Saucedá del INIFAP en Coahuila, los cuales han descrito el siguiente procedimiento:

Selección del sitio.

Para llevar a cabo la plantación de candelilla es menester hacer una buena selección del sitio, el cual deberá estar localizado dentro de la región candelillera y en áreas donde dicha planta haya existido o exista de manera natural, ya que al sacarla de sus condiciones de hábitat existe el riesgo de que estas puedan morir o presentar poco desarrollo en las plantaciones, ó podría mostrar un buen desarrollo pero con escaso o nulo contenido de cera (De la Garza *et al.*, 1992).

Aún dentro de la región candelillera se han tenido grandes fracasos con plantaciones realizadas en sitios impropios para su desarrollo y producción de cera. La plantación puede efectuarse en áreas desmontadas o tierras agrícolas abandonadas.

La candelilla se desarrolla bien en suelos calcáreos y pedregosos, con textura franco arenosa.

La planta requiere de un clima árido para su desarrollo y producción de cera. Durante la corta época de lluvias presenta un rápido desarrollo vegetativo y durante la época seca y fría del año produce la cera.

Material de propagación.

La reproducción comercial de la candelilla por semilla no es recomendable debido a la dificultad que esta presenta para coleccionarla, así como por lo lento de su desarrollo; sin embargo, la planta tiene características que permiten que se propague de manera vegetativa por los tallos y raíces.

Fuente de material.

Para establecer una plantación, se requiere de una considerable inversión, así como de un lapso o período de tiempo antes de poder ser aprovechada, para esto se requerirá utilizar material vegetativo de cualidades superiores para la obtención de un buen rendimiento de cera.

Para una plantación, se recomienda utilizar los materiales locales (ecotipos) más sobresalientes, para ello apoyarse en los campesinos locales colectores de candelilla; ya que estos conocen los sitios de donde se pueden obtener las mejores plantas.

Las plantas procedentes de la región de Cuatrociénegas, Coahuila, tienen los mayores índices de producción, mientras que los de la Comarca Lagunera presentan los menores rendimientos de cera.

Epoca y métodos de colecta de material.

Después de haber seleccionado el ecotipo a utilizar y previamente teniendo preparado el terreno en el que se llevará a cabo la plantación, las plantas de candelilla se colectan de tres a cinco días antes de dar inicio el establecimiento.

El material colectado debe tener una altura promedio de 15 a 40 cm. de altura, sanas y vigorosas. Durante el proceso de obtención se deberá arrancar solo el 50% de la planta, dejando en su sitio el otro 50% para propiciar la regeneración natural de las poblaciones.

Los macollos de las plantas colectadas se juntan en grupos, también conocidos como tercios, con un peso aproximado de 25 kg., los cuales se amarran con cuidado para evitar que se maltraten o se separen los tallos de su raíz. Una vez terminada la colecta, el material se traslada a un lugar cercano al sitio donde se establecerá la plantación. Se puede utilizar cualquier medio de transporte para trasladar el material, tratando de evitar que el material se maltrate.

Conservación y manejo del material.

Los mecanismos de adaptación de la planta de candelilla, le permiten permanecer sin daños en su poder reproductivo hasta por 15 días, aun estando bajo el sol, siempre y cuando no se le coloque en áreas con exceso de humedad, lo que le ocasionaría pudriciones; sin embargo, es recomendable que después del corte, el material se conserve al aire por espacio de 3 a 5 días previos a la plantación con el cuidado de no causarle daños físicos a los tallos y así evitar el desprendimiento de las raíces y rizomas.

Preparación del terreno.

La preparación del terreno depende del objetivo de la plantación, así como de las condiciones del suelo y vegetación del sitio seleccionado.

Si el objetivo es reforestar un área que cuenta con vegetación natural. Es recomendable intercalar las plantas entre la vegetación natural, sin remover las especies existentes. Estas practicas se realizan generalmente con fines protectivas o para incrementar la cubierta sobre el suelo. Se pueden realizar

curvas a nivel con el fin de que al establecer la plantación en cada cepa se deje un pequeño bordo en forma de media luna perpendicular a la pendiente, de manera que se pueda captar el agua de lluvia.

Cuando la plantación se lleva a cabo en áreas desmontadas o tierras de cultivos abandonadas, se trazan las curvas a nivel y posteriormente se hacen surcos en contorno a un metro de separación sobre el terreno natural, o bien sobre terreno rastreado o barbechado. Lo importante es proporcionar un medio que facilite el trabajo de plantación, así como favorecer la captación de humedad en el suelo, lo que ayudara a propiciar un mejor desarrollo de la planta.

Establecimiento y manejo de la plantación.

La plantación se realiza utilizando macollos o grupos de 10 o más tallos unidos por sus rizomas y raíces, para lo cual el material colectado se divide teniendo cuidado de que los tallos no se desprendan de sus raíces.

Lo importante es que de cada planta colectada se obtenga el mayor número de macollos, lo ideal es que estos estén formados por 10 tallos; sin embargo, en la práctica no siempre es posible lograrlo, siendo preciso utilizar a veces un mayor número de tallos, pero siempre se debe intentar obtener el mayor número de manojos posible de cada planta.

Aunque la candelilla enraiza muy fácilmente sin necesidad de tratamientos específicos, la adición de fitohormonas favorece la emisión de un mayor número de brotes y un desarrollo más rápido de los mismos. Por otra parte la aplicación de fungicidas

a la raíz, ayudan a evitar la muerte de las plantas ocasionadas por pudriciones radiculares.

Se sugiere el uso de enraizadores comerciales para estacas, los cuales tienen un buen balance de fitohormonas y fungicidas; o bien, se puede utilizar el ácido fenoxiacético (FAA), en la concentración de 1500 p.p.m. en el cual se pone en las plantas por espacio de 6 horas.

En general se recomienda hacer uso de productos enraizadores en polvo cuando la plantación se realiza sobre suelo seco, mientras que para plantaciones en suelo húmedo se pueden utilizar los productos líquidos o en polvo indistintamente.

Una vez aplicados los productos enraizadores, es preciso que se efectue la plantación lo más pronto posible para evitar que se pierda el efecto de los mismos, especialmente si se trata de productos líquidos.

Sistema de plantación.

La mejor época de plantación para la candelilla es durante los meses de marzo a julio antes del inicio de las lluvias, adicionalmente en ese período la temperatura favorece el desarrollo de la planta.

Preparación del terreno.

Para la plantación de la candelilla en surcos en contorno, la distancia entre plantas deberá ser de 50 cm, con lo cual se obtendrá una densidad de población de 20,000 por hectárea.

Cuando la plantación se lleva a cabo en terrenos de monte, se intentará seguir la separación de un metro entre líneas y 50 cm, entre plantas hasta donde la vegetación nativa del área lo permita.

Al proceder a plantar la candelilla en surcos en contorno una persona hace pozos de 20 cm de profundidad sobre la parte media lateral del bordo cada 50 cm con la ayuda de azadón. Posteriormente otra persona coloca un macollo de candelilla previamente preparado según las indicaciones mencionadas con anterioridad, cubriendo con tierra la raíz y base de los tallos, presionando con el pie o las manos.

Cuando la plantación se realiza sobre terreno enmontado, se emplea un talache o azadón para hacer los pozos de 20 cm de profundidad con una separación entre pozo y pozo de 50 cm siguiendo las líneas de un metro de separación, paralelas a las curvas de nivel previamente marcadas, procurando verter la tierra que se saca del pozo hacia la parte baja de la pendiente, para formar un pequeño bordo en forma de media luna que sirve para retener el agua de lluvia.

Manejo de la plantación

Las plantas que por alguna razón no hayan logrado sobrevivir, pueden ser substituidas siguiendo las indicaciones que se dan en esta guía en cuanto a épocas y sistema de plantación.

Es de suma importancia proteger la plantación contra los daños, mecánicos causados principalmente por el hombre o los animales domésticos. Durante el primer año de establecida la plantación, se debe prohibir el pastoreo en el área para evitar

los daños por pisoteo. Así mismo, se debe evitar la cosecha de candelilla en el sitio hasta que las plantas alcancen la madurez y tamaño óptimo para ser aprovechadas, lo cual ocurre hasta los 3 a 5 años posteriores al establecimiento de la plantación.

El control de maleza en plantaciones de candelilla generalmente es antieconómico, de ahí que si se llega a considerar que la maleza presente constituye un factor que puede reducir el rendimiento de cera o impedir la cosecha de la candelilla, entonces deberán analizarse las alternativas y costos para realizar su control.

Cosecha.

La cosecha de las plantaciones o reforestaciones de candelilla podrá iniciarse una vez que las plantas alcancen un diámetro mayor a los 35 cm, lo cual dependiendo de las condiciones climáticas y del suelo de la región ocurre a los 3 años o más después del establecimiento.

Época de corte.

Debido a que la producción de cera es una respuesta de la especie a las condiciones climáticas, esta se acumula en mayor cantidad en las plantas durante las épocas frías y secas del año, estimulada por la escasez de humedad, así como por las temperaturas cercanas al punto de congelación.

En base a lo anterior, el INIFAP ha determinado que el período en el que se puede cosechar la candelilla con los más altos contenidos de cera, es durante los meses de enero a abril o mayo, ya que el inicio de las lluvias de verano ejerce un efecto

negativo en la producción de cera y favorece el desarrollo vegetativo.

Intensidad y sistema de corte.

Con el objeto de hacer un uso racional del recurso a continuación se presenta la forma de efectuar los cortes de candelilla:

En lugar de arrancar la totalidad de la planta como comúnmente se hace, se sugiere coleccionar únicamente el 50% de cada planta aprovechable. Para lo cual se sugiere hacer un corte vertical que la divida en dos porciones igual con todo y raíz. Lo anterior es para lograr arrancar solo la mitad de la misma dejando en su sitio la otra mitad. Para permitir una adecuada regeneración de la especie en un período de dos a tres años, dependiendo de las condiciones climáticas de la localidad. Pasado ese tiempo (2 a 3 años) se separará mediante el mismo sistema el 50% restante dejando en su sitio la porción regenerada y así sucesivamente (Fig. 3)

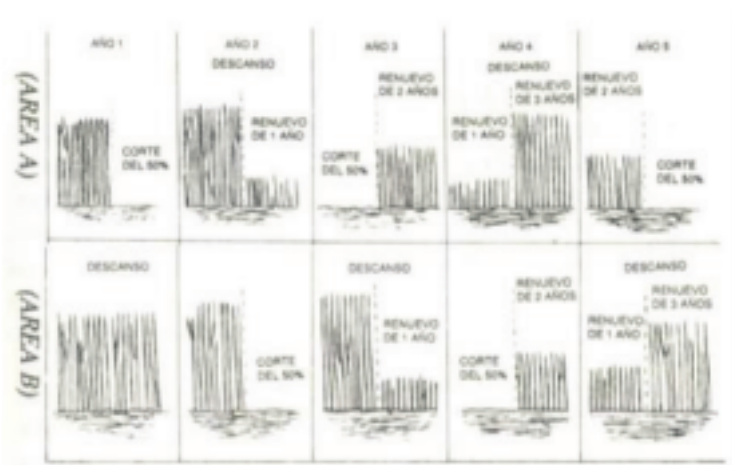


Figura 3. Sistema de manejo en áreas candelilleras.

Dado el número de colectores que desarrollan esta actividad en el mismo sitio, y para evitar que sean aprovechadas las porciones de planta dejadas para la regeneración, es necesario que el método de corte anteriormente descrito se practique en forma coordinada bajo un sistema de rotación de las áreas en aprovechamiento.

Para lograr lo anterior, el área candelillera del predio se divide en dos partes, de las cuales solo se cosechará una de ellas cada año, mientras que la otra mitad del área deberá permanecer en descanso por espacio de un año, el procedimiento que se realice para conseguir lo anterior es el siguiente:

Teniendo el predio dividido en dos áreas (A y B), el primer año se hace el aprovechamiento de la candelilla que se encuentre en el área A siguiendo siempre el método de corte al 50%. El

siguiente año se aplica el método de corte al 50% a la candelilla del área B, mientras el área A permanece en descanso. El tercer año se deja en descanso el área B, aprovechándose el área A, pero siempre con el sistema de corte al 50%, arrancando solamente la mitad más vieja de cada planta y dejando en el sitio todos los renuevos. Así sucesivamente cada dos años permitiendo con ello una adecuada regeneración del recurso e incrementándose los beneficios a corto y mediano plazo (Fig. 3).

Para lograr una adecuada productividad de la candelilla, es necesario que exista una buena campaña de concientización entre los campesinos, para que cuando vea una planta que ha sido cosechada al 50%, no llegue y arranque el resto de la planta.

La división de áreas tiene por objeto llevar un mejor control de la plantación, tanto cuando se encuentra en descanso como cuando le toque el turno de aprovechamiento, siempre bajo el método de corte al 50%, de lo contrario no servirán de nada los esfuerzos que se realicen para evitar el daño que actualmente se hace contra este importante recurso natural.

Almacenaje de la planta.

Tradicionalmente y debido a que la cantidad de plantas que se pueden recolectar diariamente es mucho menor a la que puede ser procesada en las pailas en un día de trabajo, se acostumbra dedicar varios días a la actividad de colecta y traslado de plantas, las cuales se apilan a la intemperie en el sitio donde posteriormente será procesada.

Se ha comprobado que el tiempo que se almacena la planta repercute positivamente en el porcentaje de cera de la misma.

Lo anterior se debe a que al disminuir el contenido de humedad en las plantas, se incrementa el porcentaje de cera sobre el peso total de la misma, incrementándose además la cantidad de cera que puede extraerse mediante el sistema tradicional.

Se sugiere almacenar la planta de candelilla por un período de 20 a 30 días, tiempo en el cual la planta pierde alrededor del 10% de humedad, eficientándose el proceso de beneficio al incrementar la extracción de cera en un 30%, ya que a una planta verde se le extrae un 2.5% de cera, mientras que después de 30 días de almacenadas se le puede extraer hasta un 3.4%.

Según lo indican varios autores, los contenidos reales de cera en las plantas de candelilla varían de 9 a 12% en relación al peso de las mismas, sin embargo para lograr extraer el contenido total de cera se requiere de el uso de solventes orgánicos sin que la fecha se haya logrado implementar un método práctico para emplearse en el área rural.

Beneficio de la candelilla.

El proceso tradicionalmente utilizado para la extracción de cera, se efectúa en pailas de acero con capacidad para 200 kilogramos de plantas de candelilla. En ésta se vierte agua y se calienta hasta el punto de ebullición, usando como combustible los mismos desechos secos de la planta de candelilla.

Procedimiento.

Se colocan en la paila aproximadamente 200 kg. De la planta, presionándola con una prensa instalada en el mismo recipiente.

Estando el agua en ebullición se agregan 680 ml. de ácido sulfúrico diluido. La cera se desprende de la planta y flota en forma de espuma la cual se saca con una criba llamado “tanque espumador” en el cual solidifica el cerote a temperatura ambiente. A este proceso se le llama “pailada” y dura aproximadamente 30 minutos. El producto así obtenido todavía contiene una gran cantidad de impurezas, por lo que se junta el producto obtenido de varias “pailadas” realizadas durante el día, colocándolo al final de la jornada en un recipiente llamado “cortador”, en el cual se calienta nuevamente el cerote y se agregan 80 ml. de ácido sulfúrico diluido, para que posteriormente al enfriarse queden las impurezas en el fondo del recipiente, mismas que son fácilmente separadas del cerote, el cual posteriormente se quiebra y coloca en costales para su venta.

Situación actual del recurso.

A pesar de que el aprovechamiento de la cera de candelilla es una de las actividades que remunera de manera económica a los pobladores del Desierto Chihuahuense, no ha pasado de ser una industria extractiva, donde la constante presión sobre el recurso, aunado con las condiciones climáticas de la región hacen lenta y difícil la regeneración de la candelilla. Esto ha venido agotando de manera paulatina su reproducción natural sin que a la fecha se hayan adoptado métodos más eficientes de extracción que permitan la conservación del recurso.

Tan es así que las personas que se dedican a esta actividad, se ven obligados a recurrir a lugares más lejanos para obtener la planta, lo que repercute además en el tiempo empleado en la recolección y el traslado de la planta al lugar de beneficio, lo que hace más ineficiente e irracional la labor, lo que es contrario a la actual tendencia del país hacia la modernización de su estructura productiva.

La planta de candelilla contiene cera de excelente calidad y en suficiente cantidad para su explotación, lo que la convierte en una especie muy valiosa; sin embargo, después de tantos años de recolectar el recurso, persisten dos factores inalterados: el proceso de extracción y las condiciones de extrema pobreza de los habitantes de la zona candelillera (CENAMEX, 2007).

Comercialización de la cera de candelilla.

La comercialización de la cera de candelilla, al igual que otros productos está sujeta a la variación de la demanda del mercado internacional, ya que a través del tiempo se enfrentan a altas y bajas en la producción. Esta tuvo gran auge durante la II Guerra Mundial, donde se llegó a obtener más de 5,000 toneladas anuales. A partir de 1945 la producción superó enormemente dicha demanda por lo que la cantidad de cera almacenada obligó al Gobierno Federal a decretar una serie de cancelaciones de aprovechamiento temporales con el fin de reducir las existencias almacenadas.

Fue hasta el año de 1974, cuando Brasil perdió su cosecha de carnauba, y así México pudo agotar sus existencias almacenadas, situación que le permitió establecer una

producción acorde a las demandas anuales de cera en el mercado internacional. Demanda que se ha venido incrementando durante los últimos años.

Para lograr conservar y consolidar el mercado de la cera de candelilla, es esencial tener producción más estable y competitiva, así como un respaldo tecnológico que mejore la calidad y permita conservar e incrementar el recurso. Con base a lo anterior el INIFAP ha desarrollado técnicas más adecuadas de manejo de dicho recurso, que permitan lograr un óptimo aprovechamiento.

Una de las empresas mexicana comercializadora de la cera de candelilla es Multiceras S.A. de C.V. la cual se dedica al diseño, manufactura y comercialización de ceras naturales, sintéticas, derivadas del petróleo y productos relacionados para usos industriales. La visión que pretende es posicionarse en el 2015 como una empresa global líder en la innovación y en el suministro de ceras conocidas también como cerote para la industria.

Esta industria sostiene a más de 2,500 familias (Multiceras, 2010). Permite mostrar la cadena de valor de la cera (Figura 4).



Figura 4. Cadena de valor de la cera.

Los productos finales tienen presentaciones diferentes: polvos, escamas, pastillas, en colores café y amarillo, denominados como Candelilla Real Clara-S, especial, orgánica, micronizada, refinada y refinada-S.

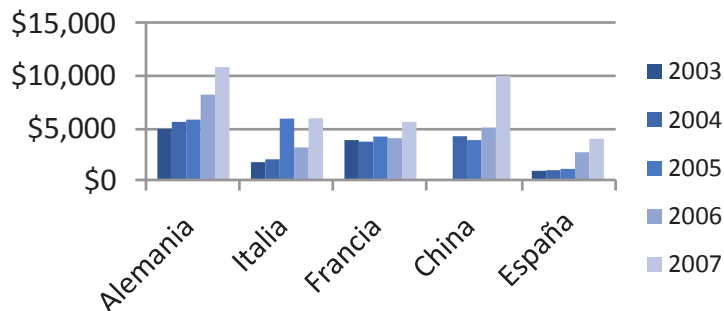
Exportación de cera de candelilla.

Según la CONAFOR (2010) México es el único país exportador de cera de candelilla de origen silvestre, con una producción de 349 toneladas en el 2006 en Coahuila.

Los principales destinos de exportación de la cera, en el año 2009, fueron para Japón 39.2%, Estados Unidos 35.2%, Alemania 14.3%, Francia 7.9% y otros con el 3.5%. Con una producción total de 1,777 toneladas (Multiceras, 2010).

La comercialización, distribución, almacenaje y aprovechamiento está regulado por la Norma Oficial Mexicana NOM-018 (SEMARNAT, 1999). En la Figura 5, se presentan los

principales países importadores de cera de candelilla, con valor en dólares.

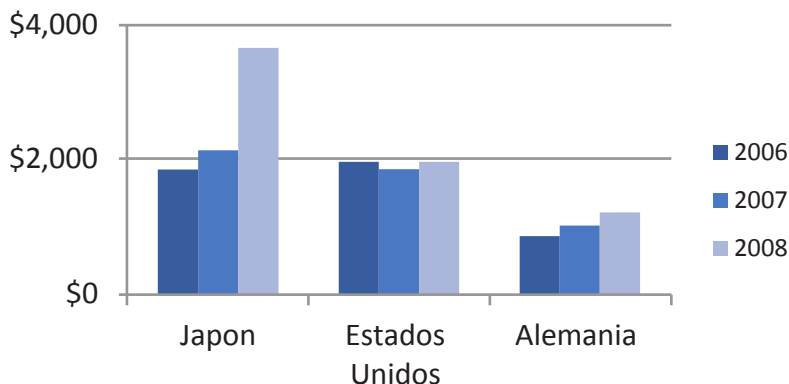


Fuente , Centro internacional de Comercio www.intrac.org
Banco Nacional de Comercio Exterior.

Figura 5. Principales países importadores de cera de candelilla.

El comercio de la cera de candelilla ha mostrado aumento respecto al valor de las importaciones en los principales países compradores de este producto. En la gráfica anterior (Figura 6), se muestra el aumento porcentual en los años 2003 a 2007, donde España fue el máximo comprador con 27.48%, seguido por Italia con 23.64%, Alemania con 23.26% y China con 11% (CONAFOR, 2010). En la Figura 6, se presentan los principales países exportadores de cera de candelilla, con valor en dólares.

Valor de exportaciones de la candelilla



Fuente , Centro internacional de Comercio www.intrac.org
Banco Nacional de Comercio Exterior.

Figura 6. Principales países importadores de cera de candelilla.

México ha exportado la cera de candelilla principalmente a países industrializados como Japón, Alemania y Estados Unidos (Figura 7), estos han optado por comprar la materia prima y después transformarla o darle un valor agregado (mejora de precios). Para la exportación de la cera natural de candelilla proveniente de México hacia los principales importadores como Alemania, Italia, Francia, China y España, no existen bloqueos, sanciones, ni tarifas o impuestos arancelarios por parte del gobierno importador.

Usos de la cera.

Sus principales aplicaciones son para abrillantadores, cosméticos, confitados, goma de mascar, lubricantes, moldeo, pinturas, pulimentos, recubrimiento de fruta, textiles, tintas y

velas (Multiceras, 2010).

CONAFOR (2010) menciona que se usa también en las construcciones para cubrir techos y paredes; en lo medicinal para enfermedades venéreas como la sífilis, purgante, dolor de cabeza y de muelas; su aplicación industrial estriba en abrillantadores, crayones, papel, adhesivos, lápices labiales, peletería, cremas labiales y corporales, aislantes eléctricos, cerillos, impermeabilizantes, circuitos integrados, lacas textiles, moldeo de velas, preparaciones para el cabello y máscara para pestañas.

Composición química de la cera.

IC (2004) estipula que la cera de candelilla se compone de lo siguiente:

Alto contenido de hidrocarburos (50%), concentración baja de ésteres volátiles, resina (40% en peso), insoluble en agua, soluble en acetona, cloroformo, benceno.

Características físicas.

Se caracteriza por ser de consistencia dura, quebradiza, fácil de pulverizar, color café claro hasta amarillo, dependiendo del grado de refinación y blanqueo. Superficie muy brillante cuando se refina CONAFOR (2010).

Su superficie puede tener altos niveles de brillo, de tal manera que ésta es una de las propiedades más apreciadas de la cera de candelilla en diversas aplicaciones, tales como: la elaboración de labiales, pulidores, brillos para muebles, etc. Además es un buen disolvente de colorantes básicos, es

insoluble en agua, pero altamente soluble en acetona, cloroformo, benceno y otros solventes orgánicos (IC, 2008).

Proceso tradicional para extraer la cera de candelilla.

Este proceso inicia con la selección de los sitios de la planta de candelilla a coleccionar, una vez delimitada el área para el aprovechamiento, esta es arrancada desde la raíz, sin respetar lo que establece la NOM-018-SEMARNAT-1999; posteriormente la planta es colocada en calderos de hierro, a los cuáles se les conoce comúnmente como pailas, en la que a través de una aplicación de ácido sulfúrico a concentración de 0.3% (v/v), en la que dicha sustancia química utilizada proviene del desecho de la industria de fertilizantes, esto según los testimonios brindados por los candelilleros.

De acuerdo a sus medidas particulares refieren que un tercio de candelilla es aproximadamente una brazada, o sea lo que se alcance a tomar entre los dos brazos abiertos, y aproximadamente se habla de un peso de entre 24 y 32 kg de la planta, razón por la que es necesario mencionar que la variación existente se debe al contenido de humedad de los tallos. Una paila tiene una capacidad de 500 l, ocho tercios (192 a 256 kg) de candelilla es inmersa en solución agua-ácido, se calienta a fuego directo hasta llegar al punto de ebullición de la solución, dando paso a la fusión de cera desprendiéndose de la planta (De León, 2008).

Por la parte superior de la paila se forma una capa de fina crema color amarillo, lo que constituye la cera de la candelilla, o conocido como cerote, es retirada con las espumaderas, dejándose enfriar hasta solidificarse, a temperatura ambiente,

posteriormente se quiebra en pequeños pedazos dándole de golpes con un martillo, y los trozos se refunden en recipientes cilíndricos de hierro (cortador) con la misma solución ácida con la que se llevo a cabo la extracción en la paila, con la finalidad de eliminar impurezas como tierra y materia orgánica, que al final son separados por sedimentación.

Las Figuras 8 y 9 muestran gráficamente como se observan los sitios y pailas para la extracción de la cera de candelilla.



Figura 8. Acopio de candelilla en Cuates de Australia, Cuatrociénegas, Coah. (Foto: Carlos Lara y J. S. Sierra).

La cera de candelilla cruda también se conoce como cera decantada, la cual se deja enfriar y solidificar (IC, 2004) refiere que para refinar la cera, es necesario quebrarla, fundirla y filtrarla a través de carbón activado y de otros medios filtrantes.



Figura 9. Paila y cerote de candelilla en Cuatrociénegas, Coah. (Foto: Carlos Lara y J. S. Sierra).

Proceso innovador en extracción de cera de candelilla, a través de ácido cítrico.

En el proceso tradicional existen altos riesgos y consecuencias nocivas en la extracción de la cera de candelilla, por tal razón

con el proceso innovador, se propone utilizar un nuevo agente 100% orgánico con ácido cítrico, por ende se han medido y comparado los rendimientos obtenidos con esta nueva técnica, evaluándose el poder extractor y su calidad de cera a través de la prueba de espectrofotometría infrarroja, resonancia magnética nuclear, punto de fusión, así como la realización de cortes vegetales del tallo de la planta, y evaluación de micro morfología, mediante microscopía electrónica de barrido.

El ácido cítrico presenta ventajas en lo que respecta a seguridad y salud, en comparación con el ácido sulfúrico debido a que no existen diferencias significativas en cuanto a rendimiento y caracterización química de las ceras. Con esta nueva propuesta para los silvicultores (candelilleros) existe una alternativa de extracción de cera de candelilla con mejoras tecnológicas, lo que representaría una alternativa viable en cuanto a la salud y seguridad, efectos al ambiente, rendimientos y costos, en comparación con el método de extracción mediante ácido sulfúrico que se usa actualmente.

El futuro de la candelilla

A pesar de la incursión de ceras sintéticas en los mercados internacionales, el consumo de ceras naturales ha recobrado interés internacional debido a la creciente conciencia por el uso de recursos naturales y orgánicos, así como el cuidado al medio ambiente. Este panorama abre nuevamente la oportunidad de mercado a los productores candelilleros para incrementar los volúmenes de producción; sin embargo, para ello, será necesario contar con un plan nacional o regional de producción de cera mediante el establecimiento de plantaciones con fines comerciales y manejo sustentable de las

poblaciones silvestres, adicionalmente deberán modernizarse las técnicas de extracción y refinamiento de la cera, así como incorporar procesos de valor agregado al producto. Todo con la finalidad de incidir con mayor eficacia en el incremento de la calidad de vida de los candelilleros. Lo anterior en conciencia de la alta marginación en las comunidades que desarrollan la actividad de extracción de ceras en México.

Literatura consultada

- Canales G., E; V. Canales M. y E. M. Zamarrón R. 2006. Candelilla del Desierto Mexicano Hacia el Mundo. *Biodiversitas* 69: 1-5.
- Ceras Naturales Mexicanas, S. A. de C. V. (CENAMEX). 2007. Ficha técnica Candelilla *Euphorbia antisiphilitica*. (Versión preliminar). Disponible en línea en :http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/cadenasproductivas/Estudio_Competitividad/FICHAS%20TECNICAS/CANDELILLA.pdf. (Septiembre del 2012).
- Cervantes R., M. C. 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. *Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina Universidade de São Paulo*. pp. 3388-3407.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Gerencia de plantaciones forestales comerciales. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/competitividad/estudio-2009> (13 de agosto de 2012).

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2010. Foro temático de candelilla. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/component/content/article/17-desarrollo-y-tecnologia-94-foro-tematico-de-candelilla> (17 de agosto de 2012).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Conservación, uso y comercio de la candelilla. Taller Nacional. Boletín de prensa. Núm 11. México, D.f. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/web/medios/pdf/bp011_taller_candelilla_171208.pdf (20 de noviembre de 2011).

De la Garza de la P., F. E. y C. A. Berlanga R. 1993. Metodología para la Evaluación y Manejo de Candelilla en Condiciones Naturales. Folleto Técnico No. 5. SARH-INIFAP-CIRNE. Campo Experimental La Saucedá. Saltillo, Coah. México. 46 p.

De la Garza, de la P. F. E; C. A Berlanga, R y F. J. Tovar V. 1992. Guía para el establecimiento y manejo de plantaciones de candelilla. Folleto Divulgativo No. 2. SARH-INIFAP-CIRNE. Campo Experimental La Saucedá. Saltillo, Coah. México. 14 p.

De León Z., M. A. 2008. Mejoras tecnológicas al proceso de extracción de cera de candelilla. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coah. México. 58 p.

Dominguez L., H. 2004. La Candelilla su cera y su cultura. "De la Paila al lustre del bolero y el glamour de la

pasarelas". Crónicas del Camino Real. 3 (28): 19-22.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FACENA) 2012. Universidad Nacional del Nordeste. Guía de consultas diversidad vegetal. EUDICOTILEDÓNEAS ESCENCIALES-Clado Rosides-Eurosidés I-Malpighiales: Euphorbiaceae. pp. 61. Disponible en : <http://exa.unne.edu.ar/biologia/diversidadv/documentos/ANGIOSPERMAS/Rosideas/Eurosidés%20I/2-Subclado%20de%20la%20Celastrales,%20Malpighiales%20y%20Oxalidales/2-Malpighiales/2-Euphorbiaceae.pdf> (17 de agosto de 2012).

Instituto de la Candelilla (IC). 2008. La planta de candelilla. Disponible en <http://www.candelilla.org/es/planta.htm>

Instituto de la Candelilla (IC). 2004. La planta de candelilla. Disponible en: <http://www.candelilla.org/es/planta.htm>. (28 de noviembre de 2011).

López M; F. Carrillo; M. C. Gutiérrez and M. Crespi. 2007. Alternative methods for the wool wax extraction from wool scouring wastes. Grasas y Aceites. 58(4): 402-407.

Maldonado A., L. J. 1983. La investigación en candelilla. Segunda Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Publicación Especial No. 43. INIF. México.

Multiceras. 2010. Foro temático de candelilla: conservación, aprovechamiento y comercialización. Disponible en:

<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/18/1160Multiceras.pdf> (07 de diciembre de 2011).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2011. Principales productos forestales no maderables. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t2354s/t2354s0y.htm> (20 de septiembre del 2012)

Romahn V., C. F. 1992. Los Recursos Forestales no Maderables de México: una Revisión. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 131 p.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-018-RECNAT-1999. <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3332/1/nom-018-semarnat-1999.pdf> (17 de agosto de 2005)

CAPÍTULO VII

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LA DAMIANA (*Turnera diffusa* Willd. ex Schult.)

Jorge Arnoldo Villegas-Espinoza^{1*}, Bernardo Murillo-Amador¹, Martín Martínez-Salvador², Edgar Omar Rueda-Puente³ y Ricardo Valdez-Cepeda⁴



¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Mar Bermejo No. 195. Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur, México, C.P. 23090

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama, Chihuahua

³ Universidad de Sonora, Campus Santa Ana. Santa Ana, Sonora.

⁴ Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte. Calle Cruz del Sur No. 100, Col. Constelación, C.P. 98095, Zacatecas, Zacatecas, México.

* Autor responsable: jvillegas@cibnor.mx

Damiana.

La damiana pertenece a la familia *Turneraceae*. Existen diferentes especies como *Turnera pumila* (Roberts, 1989), *Turnera ulmifolia*, *Turnera grandiflora*, *Turnera scabra*, *Turnera subulata*, siendo la más importante (*Turnera diffusa* Willd. ex Schult.) (Vázquez, 1993; Andrews, 2010). Es un arbusto caducifolio que crece silvestre en zonas áridas y es empleado como saborizante en la producción de licores, como saborizante en la producción de farmacéuticos, debido a que tiene la capacidad de ser un estimulante nervioso, diurético, afrodisíaco, curativo en afecciones gastrointestinales, renales y de vesícula, entre otras. Las propiedades de la damiana son conocidas en el mundo desde el siglo pasado, lo que la hace un producto muy demandado, tanto a nivel nacional como internacional (León y Coria, 1992).

Nombres comunes.

Damiana, damiane, oreganillo, damiana mexicana, damiana de Guerrero, acebo mexicano, el burro (*bourrique* en francés) (Singh, 2006). Damiana de California, hierba de la pastora, hierba del venado y pastorcita (Hernández y Gally, 1981). Se distribuye en todo el territorio nacional, tomando nombres en relación al lugar de la colecta por ejemplo: damiana de San Luis. Su composición química es diferente en cada región, y sus efectos también; la damiana que crece en Baja California y en Sonora es la única que tiene el efecto tónico (Restrepo, 2004).

Descripción.

La Damiana o *Turnera diffusa* es un arbusto de 0.3 a 2 m de

altura; tallo muy ramificado y pubescente, con glándulas amarillas en las partes maduras, hojas simples, alternas, aromáticas, oblongas o rómbico-ovadas, de 1 a 2 cm de largo, glabrescente en la cara superior, tomentosa a pilosa en la cara inferior, ápice obtuso o agudo, margen crenado dentado o aserrado, base cuneada, con pecíolos sin glándulas; flores bisexuales actinomorfas, solitarias, axilares, de 2 a 12 mm de largo (Hernández y Gally, 1981; Piña, 1993; SEMARNAT, 2008). Flores subsésiles sobre el pecíolo, de 4-7 mm de largo, polipétalas; sépalos tomentosos o seríceos, de apariencia blanquecina; pétalos amarillos (algunas veces rojos), espatulados, de 3-8 mm de largo, dentados; estambres de hasta 3 mm de largo, las anteras dorsifijas; ovario súpero, de hasta 1 mm de largo, seríceo; estigmas lobados o fimbriados de 2 a 4 mm de largo. El fruto es una cápsula sub globosa de 2 a 4 mm de largo, de 2 a 3 mm de ancho, con dehiscencia loculicida, 3-valvada, serícea, tuberculada; semilla incurvada, piriforme, de 1.5 a 2 mm de largo (Gama *et al.*, 1985).

Fenología.

La floración se presenta de junio a noviembre; aunque hay registros de presencia de flores desde el mes de febrero (SEMARNAT, 2008).

Distribución.

Se distribuye en climas secos desde California y Texas en el sur de los Estados Unidos de América hasta Bolivia en América del Sur (Gama *et al.*, 1985; Roberts, 1989; León y Coria, 1992; Antol, 1996). En México, está presente en Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Guerrero, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa,

Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (SEMARNAT, 2008).

Usos.

Bebidas. Las hojas se preparan para saborizantes en licores (León y Coria, 1992; Parra, 1993).

Medicina. Según Encarnación, (1996) indica que la planta de damiana es de uso medicinal en catarro, tos, piquete de alacrán, dolor de cabeza, dolor de estómago, nervios, fortificación del útero, ayuda a concebir. Utilizándose ramas y hojas en decocción e ingiriéndose como té hasta aliviarse. Las infusiones se usan como expectorante para problemas de vías respiratorias, bronquitis y tosferina. También se recomienda para la disentería, dispepsia, malaria, e intestino; así como para el tratamiento de algunos tipos de parálisis. Se le atribuyen propiedades afrodisíacas, diuréticas y laxantes.

En Europa se usa para problemas renales y de vesícula (Arias, 2000). La planta de damiana se utilizó como afrodisíaco por la antigua civilización Maya, así como tratamiento para "el vértigo y pérdida del equilibrio". Un misionero español informó por primera vez que los indios mexicanos hicieron una bebida de hojas de damiana, donde se le agregaba azúcar y lo bebían para poder mejorar el acto sexual (Singh, 2006).

También es utilizada para problemas de debilidad nerviosa, inflamación de la vejiga, estados alterados de los órganos sexuales (impotencia), espermatorrea, nefritis y diabetes. También se emplea para la dispepsia, disentería, albuminaria, como catártico, para jaquecas producidas por la ingestión de bebidas alcohólicas, mejorador de la vista (Gama *et al.*, 1985; Roberts, 1989; Piña, 1993).

Ara (1997) menciona que la damiana cuenta con una fiable actividad diurética; su contenido de arbutina (0.7%) es una buena cobertura antiséptica en casos de infecciones urinarias, sobre todo en las cistitis. Se utiliza también como coadyuvante en litiasis renales y pielonefritis, proporcionando excelentes resultados en las prostatitis. En el tubo digestivo esta planta actúa, a dosis bajas, como suave astringente (3.5% de tanino) digestivo y aperitivo, pero a dosis elevadas se comparte como laxante.

En la cultura mexicana, la damiana se utiliza contra trastornos gastrointestinales. El extracto de damiana tiene actividad antibacteriana tanto para las gram-positivas, como contra las gram-negativas (Natural Standard, 2007).

Industrial. Se utilizan las hojas y tallos, estas son adquiridas por compañías para la elaboración de licor, crema de licor, tónicos, medicamentos homeopáticos o la empaquetan para infusión, también es utilizada en productos de belleza y aceites esenciales, jabones, cremas y humectantes para labios gran variedad de compañías que atienden el mercado de suplementos alimenticios y hierbas con una presentación industrializada de la damiana (Gámez *et al.*, 2010).

Las hojas de damiana contiene de 0.2 a 0.9% aceites volátiles, 14% de resina, aproximadamente 3.5% de taninos, 6% de almidón, y una sustancia llamada damianina (Miller, 1993).

Constituyentes del aceite esencial. Cineol, α - y β -pinenos, p-cimeno, timol, sesquiterpenos (α -copaeno, δ -cadineno, calameneno). Taninos (3,5%); heterósidos hidroquinónicos: arbutósido; heterósidos cianogénicos; alcaloides (7%); β -

sitosterol, damianina (principio amargo); resina (6-14%), goma (13,5%), proteínas (15%) (Vanaclocha y Cañigual, 2003; Bicchi *et al.*, 2003).

Nutrientes. Calcio, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, selenio, zinc, vitaminas B₁, B₂, B₃ y C (Balch, 2002).

Comestible. Las semillas bien maduras y tatemadas, se pueden consumir, tienen un sabor similar a la nuez. Florea de agosto a octubre (Piña, 1993).

Suelos.

Los suelos que prefiere la especie son de tipo Xerosol y Yermosol; someros, de textura franca-arenosa y arenosa (SEMARNAT, 2008). La característica general de los suelos en que se desarrolla es que son de textura ligera, clasificados como migajón arenoso a arena migajonosa, con pH ligeramente alcalino, pobre de nitrógeno, con pendiente de no más de 5% en laderas, planicies y mesetas (Wiggins, 1980).

Climas.

La damiana en Baja California Sur se desarrolla en un clima árido a semiárido, con temperaturas medias anuales de 22 a 24 °C, con una precipitación media anual de 180 a 267 mm (Wiggins, 1980).

Tipos de vegetación.

Cabe señalar que estos tipos de vegetación son clasificaciones que pueden variar y dependen de factores ecológicos, pluviales, y características fisonómicas y estructurales que

fluctúan, además, por las gradientes de altura y pendientes para delimitar el área de presencia de la damiana. Dentro del matorral xerófilo está asociada florísticamente a plantas como la cholla (*Opuntia choya*), mezquite (*Prosopis* spp.), pitahaya dulce (*Lamaero cereus* var. *thurberi*), palo verde (*Cercidium floridum*), palo de arco (*Tecoma stans*), entre otras (Wiggins, 1980; CONANP, 2008).

Hábitat.

Se desarrolla en las siguientes asociaciones vegetales, matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, vegetación de dunas costeras, vegetación secundaria, selva baja caducifolia, bosque caducifolio; desde el nivel del mar hasta los 2,000 m de altitud (SEMARNAT, 2008).

Técnicas de propagación.

La propagación vegetativa se lleva a cabo por medio de varetas, estas se colocan en el vivero en camas de 1.0 m de ancho por 0.75 m de altura, bajo media sombra. Sobre las camas se coloca una cubierta de plástico formando un túnel la cual es sostenida por una estructura metálica, lo anterior con el propósito de crear un microclima que propicie un efecto de invernadero, lo cual favorece el brote y el enraizamiento de varetas, protegiéndolas contra condiciones adversas que se puedan presentar en el exterior del vivero. Este método sencillo, económico y que puede ser utilizado cuando no se cuenta con invernaderos (Vázquez, 1993).

Preparación del sustrato.

Según Vázquez (1993) el sustrato utilizado es suelo de monte

común con textura migajón arenosa. Enseguida se forman camellones con el sustrato, de 1.0 m de ancho por 10 m de largo, colocándose encima un plástico negro y tierra húmeda alrededor para sellar el espacio interior. Posteriormente se aplican 3 botes de 1 libra de bromuro de metilo por montículo, a fin de eliminar insectos y microorganismos nocivos. Transcurridas las 72 horas se retira el plástico, dejándose como mínimo otras 72 horas para su aireación. Después de este lapso se humedece ligeramente el sustrato para facilitar el llenado de envases (Osuna y Meza, 2000).

Propagación y selección del material vegetativo.

Se han encontrado 2 épocas adecuadas para el enraizamiento de las estacas; una comprende de fines de noviembre a fines de diciembre y la otra de marzo a mayo, observándose que fuera de ellas, el enraizamiento disminuye considerablemente.

El material vegetativo se obtiene de plantas silvestres, ya que en estos meses se encuentran por lo general en un estado de reposo o letargo. Para la obtención de las estacas se selecciona un área homogénea de plantas silvestres en la que se cortan las ramas, evitando hacerlo al ras del suelo para dejar a la planta en posibilidades de sobrevivencia durante la temporada de lluvias. Las ramas pueden ser trasladadas al vivero en donde se cortaran las estacas, eliminándose las puntas y las partes demasiado delgadas o gruesas, pudiéndose obtener 2 ó 3 estacas de 20 cm de largo por rama y un grosor homogéneo, siendo este un enraizamiento superior al 55%, el se ha logrado en los diferentes trabajos de propagación vegetativa realizados en el Campo Experimental "Todos Santos" (Vázquez, 1993).

Plantación en envase.

Las estacas se tratan con fungicida previo a la plantación en los envases, para lo cual se prepara una solución con Captan polvo humectable al 50% a una dosis de 2 gr/litro de agua, en esta solución se introducen las estacas hasta impregnarse completamente. Posteriormente se colocan en envases de polietileno negro tipo tubo de 12x20 cm los cuales se llenan con el sustrato previamente tratado, este se humedece para facilitar la inserción de las estacas; estas se insertan a la mitad de su longitud, colocando 2 estacas por envase, asegurándose por lo menos el enraizamiento de una planta (Vázquez, 1993).

Los riegos se aplican dependiendo del contenido de humedad del suelo, generalmente la frecuencia es de 3 días. La brotación generalmente da comienzo en la primera semana de plantadas, durante la segunda y tercera semanas es probable observar unas fallas, las cuales deberán reponerse para asegurar el número de plantas requerido (Vázquez, 1993).

Finalmente el enraizamiento se evalúa a partir de los dos y medio meses de la plantación de las estacas, debiendo revisarse los envases en su base. Cuando se observa que las raíces han comenzado a rebasar la parte inferior, y las hojas se encuentran bien desarrolladas y vigorosas, se trasladan las plantas fuera de la cubierta de plástico a la media sombra, aplicando un riego semanal durante el periodo de permanencia en vivero. Generalmente a los 3 meses se considera una planta con enraizamiento bien definido, y apta para su plantación en el sitio definitivo (Vázquez, 1993).

Plantación en terreno definitivo.

La época de plantación es de marzo a fines de agosto, estas fechas dependerán de la producción de planta en vivero. No se recomienda plantar fuera de este período, ya que experiencias han demostrado un lento desarrollo de la planta, además de que pueden aprovecharse las épocas de lluvia que se presentan en la región en los meses de julio a septiembre así como en el período invernal de diciembre a enero (Vázquez, 1993).

Preparación del terreno para la plantación.

En el área de distribución de damiana, se encuentran suelos de textura de migajón-arenosa con pH ligeramente alcalino y pobre en nitrógeno y en materia orgánica. Esta planta presenta buena adaptación en terrenos recién abiertos al cultivo pero no muestra un buen desarrollo en suelos de textura pesada (arcillosos) (Vázquez, 1993).

Barbecho.

Es conveniente realizarlo a una profundidad de 30 cm, ya que la damiana requiere de suelos bien drenados para un óptimo desarrollo radicular; lo anterior permitirá una mayor sobrevivencia y desarrollo de la plantación (Vázquez, 1993).

Rastreo.

Generalmente un paso de rastra es suficiente, solo para desmenuzar los terrenos formados con el barbecho y nivelación del terreno (Vázquez, 1993).

Método de plantación.

Se trazan surcos a 1.0 m de distancia, se planta en el fondo del surco a una distancia de 90 cm, depositando la planta con todo y cepellón, procurando no dañar las raíces. Con lo anterior se obtiene una población de 11,100 plantas por hectárea. Es importante reponer individuos muertos, sobre todo en las primeras semanas del establecimiento, por lo que se debe contar en el vivero con excedentes para este propósito (Vázquez, 1993).

Riegos.

Según Vázquez (1993) los riegos para el desarrollo inicial de la plantación se dan durante los primeros 4 meses, de tal forma que al inicio de las lluvias de verano se tengan plantas desarrolladas y en condiciones de obtener su primer corte. Los riegos de auxilio se darán en forma complementaria a la precipitación, la cual generalmente es errática y mal distribuida (Cuadro 1).

Por lo general en la región se presentan 2 períodos de lluvia, uno en invierno y el otro en verano, siendo más prolongado el segundo que va desde el mes de julio a septiembre. Posteriormente en la segunda etapa de mantenimiento y desarrollo de la plantación, el riego de auxilio se da durante los períodos de octubre a noviembre y de febrero a junio. A través de este manejo, y de acuerdo a la fenología de las plantas, es posible dar hasta 4 cortes al año.

Cuadro 1. Riegos sugeridos.

PRIMER AÑO	
Establecimiento	1 Riego de establecimiento.
	4 Riegos de auxilio con intervalos de 30 días.
Desarrollo De Planta	1 Riego después del corte.
	2 Riegos con intervalos de 40 días.
SEGUNDO AÑO Y POSTERIOR	
Mantenimiento De La Plantación	5 Riegos anuales distribuidos en épocas de sequía, con un intervalo de 40 a 60 días durante octubre y noviembre.

Plagas y enfermedades.

Actualmente no se han presentado plagas o enfermedades que dañen la planta o disminuyan la producción de la hoja de damiana (Vázquez, 1993). Según Osuna y Meza (2000) informan que Las plagas que se presentan en damiana no son de importancia económica, sin embargo si se presentan nublados o neblinas prolongas, se debe prevenir el ataque de hongos que provocan la pudrición del cuello y marchitez de la planta. Para este propósito se utiliza Captán polvo humectable al 50%, a dosis de 2 g por litro de agua, aplicando a chorrillo

(se afloja la boquilla del aplicador) en la base del tallo principal de la planta. También se puede utilizar el Tecto a una dosis de 2 g por litro de agua, cuya acción es de amplio espectro.

Control de malezas.

El combate de malas hierbas se realiza en forma manual; la mayoría de las malezas se presentan durante la época de lluvias. Anualmente se pueden dar hasta 3 deshierbes, uno durante la época de lluvias invernal, y dos durante el período de verano (Vázquez, 1993).

Fertilización orgánica.

Las plantas de damiana, en estado natural no requiere de suelos ricos en nutrientes, sin embargo, para mejorar su vigor, se recomienda que antes de su trasplante se introduzca en los hoyos preparados para este fin, 1/2 kilo de estiércol descompuesto mezclado con el mismo suelo del sitio de plantación y 5 ton/ha de estiércol descompuesto y bien molido, aplicado a chorrillo cada 6 meses sobre las líneas de plantación (Osuna y Meza, 2000).

Cosecha.

Se realiza en forma manual, preferentemente con tijeras de podar, ya que de esta manera se reducen los daños a la planta y se evita la pérdida de hojas. El corte se realiza estimando dejar un 25% en base a la altura de la planta, permitiendo con esto una buena recuperación de la planta entre cada corte (Vázquez, 1993). Las ramas se cortan formando manojos que se trasladan para ser secados bajo media sombra, colocados sobre plástico y/o lonas.

Los manojos se removerán y sacudirán periódicamente, para desprender las hojas. Si el producto se requiere con calidad de exportación o para obtener extractos, es necesario limpiar y seleccionar la hoja por medio de una criba con malla de 1 cm, luego se envasa el producto en costales harineros para su almacenamiento (Osuna y Meza, 2000).

Flujo productivo de la damiana.

Posterior al secado y una vez limpia la hoja se procede al envasado del producto, el cual se realiza en costales o sacos con capacidad aproximada de 8 kg para su comercialización. La producción promedio de hoja seca por planta varía de 50 a 75 g por corte, con una media de 60 g, teniéndose una producción aproximada de 600 a 825 kg por hectárea (Vázquez, 1993).

Osuna y Meza (2000) presentan la siguiente producción en el siguiente orden:

- El primer corte se realiza a los 5 meses de establecida la plantación, estimando una producción de 666 kg/ha de

hoja seca de damiana (en promedio 60 g/planta).

- Del segundo corte en adelante, cada 4 meses se puede producir 888 kg/ha (en promedio 80 g/planta).
- Por año se obtiene una producción de 2,664 kg/ha (en promedio 240 g/planta).

Según SEMARNAT (2008) la producción que se obtiene actualmente depende exclusivamente de la recolecta de las hojas de plantas silvestres y su presencia está relacionada con precipitación pluvial, en consecuencia hay variación en la disponibilidad de la materia prima (hojas) de un año a otro, lo que causa inestabilidad en la oferta. Lo anterior propicia un mercado insatisfecho en forma permanente, repercutiendo finalmente en las percepciones de los productores.

Proceso de comercialización de la damiana.

Según Gámez *et al.* (2010) por ser explotada de manera directa hay gran presión en las plantaciones silvestres de damiana en Baja California Sur; La recolección directa en el campo es, por tanto, la principal vía de abastecimiento y la que provee a los mercados regional, nacional y mundial.

La damiana local se exporta en hojas y tallos, y es adquirida como insumo por compañías que elaboran licor, medicamentos homeopáticos o que la empaquetan para infusión. Sus principales mercados son Estados Unidos de América, Alemania, los Países Bajos, Brasil, Argentina, Dinamarca, Italia, España, Finlandia, Holanda y el Reino Unido. La cadena de comercialización es recolección y venta a intermediarios o empresas empacadoras, que la orientan a la región y al resto del país. El valor de las exportaciones ha alcanzado los diez

millones de dólares. Durante 1999 se aprovecharon 333 toneladas de hoja con una derrama económica de \$ 856,000 (SEMARNAT, 2008).

Pese al aumento en la demanda del producto, el precio pagado a los recolectores en Baja California Sur no ha variado de manera significativa: en 1996 el kilo de hoja seca de damiana era de 14 pesos; en 1999 se vendía a 17 pesos y en 2001 a 20 pesos. Sin embargo, la comercialización al menudeo en el mercado regional, en 2009, se situó entre 40 y 60 pesos por kilo, lo que da cuenta de la brecha en términos del beneficio obtenido por los recolectores, los intermediarios y los vendedores finales. A pesar de lo anterior la explotación forestal en Baja California Sur, es de suma importancia para la población rural. Esta actividad le sirve de complemento para el sustento familiar y les proporciona material para sus viviendas y corrales (Gámez *et al.*, 2010).

Productos elaborados con damiana.

Gámez *et al.* (2010) informan que la venta de damiana se realiza en varias presentaciones; todas resaltan sus propiedades como afrodisiaco y estimulante del sistema nervioso, ya sea en comprimidos, cápsulas, planta troceada, tintura, extractos y como parte de algunas presentaciones compuestas. En Baja California Sur por lo general se vende como materia prima para la elaboración de infusión, licor, crema de licor, tónicos, productos de belleza y aceites esenciales, como en el caso de la empresa Monte Damiana.

Ésta se anuncia como un proveedor con producción permanente, toda vez que cosecha tres veces al año y tiene su unidad de producción en San Pedro, localidad ubicada a 30 kilómetros de La Paz. Ejemplo de ello es la compañía Desert

Soaps, que se dedica a la producción de jabones, cremas y humectantes para labios en el sur de la península.

Otro ejemplo interesante es el licor de damiana Guaycura. Aun cuando es indeterminado el lugar de producción, el sitio de internet que lo anuncia señala que el origen de la damiana usada en la producción de esa bebida es Baja California Sur.

El empuje a la comercialización de esta bebida en territorio estadounidense ha estado dirigido por la compañía Drinks Americas, fundada en 2004, que posee, elabora y distribuye a lo largo de Estados Unidos de América bebidas alcohólicas y no alcohólicas asociadas con celebridades de los deportes o del espectáculo y ha creado un nicho de mercado ligado a lo exclusivo del producto. En 2009 se reportó que pese a la crisis económica, las ventas de la empresa seguían en crecimiento (Gámez *et al.*, 2010).

En 2005, esta compañía adquirió de damiana Importing, Inc. (ubicada en Houston, Texas) los derechos exclusivos para importar el licor de damiana Guaycura; entre sus presentaciones destaca la botella de 750 ml, que se vende a 21.95 dólares y tiene como mercado meta la comunidad latina en el vecino país del norte (Gámez *et al.*, 2010).

El Grupo ARARI, S.A. de C.V. es una empresa orgullosamente sudcaliforniana que nace de forma familiar en el año de 1982 en ciudad de La Paz en Baja California Sur, con el fin de producir productos regionales a través del aprovechamiento de la riqueza florística del estado.

A partir de la producción del licor de damiana, en 1999 se forma Grupo ARARI, S.A de C.V. y a través de ello se comenzó

a producir una gran variedad de licores, mermeladas, cremas, ates, gelatinas, té (material seco), té helado, jabón de damiana y productos derivados de frutos y plantas como albahaca, guayaba, anís, limón real, fresa, naranja y mango.

El principal objetivo de la empresa es dar valor agregado a las frutas y hortalizas que se cosechan en el estado de Baja California Sur a través de la elaboración de productos con la aplicación de novedosas técnicas y procesos para la obtención de licores y demás productos. Como toda empresa cuenta con su organigrama de integración de la empresa para llevar a cabo su trabajo en el proceso de elaboración de licor de damiana (Figura 1). ESTO EL EL ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA NO EL PROCESO DE ELABORACION QUE CASO TIENE ESTA FIGURA????

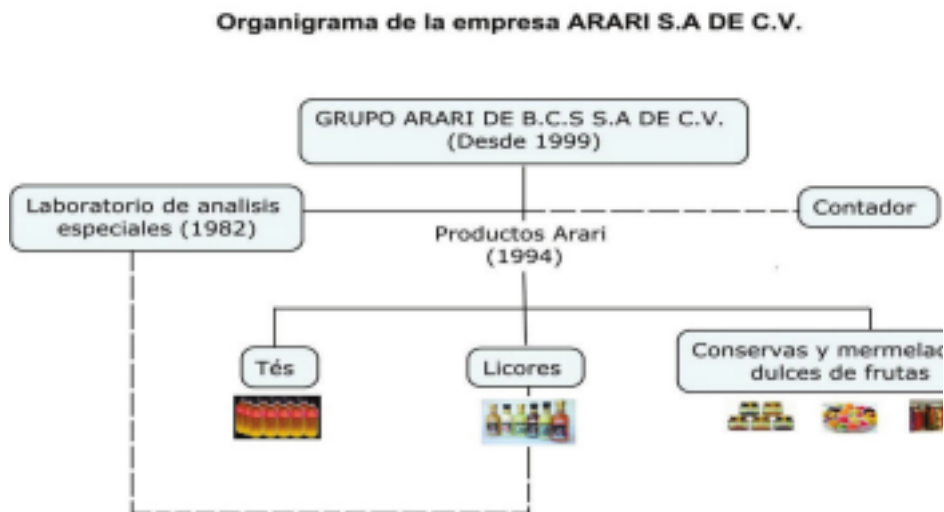
Como resultado de la aplicación de tecnologías, se planeó la elaboración de licor y se inicia este proyecto con el Licor de Damiana el cual salió al mercado en septiembre de 2005. Este licor está auspiciado bajo la marca Taste Viejo la cual ya es una marca registrada y cuenta con todos los permisos requeridos para la comercialización a gran escala. Para la obtención del licor de damiana se utiliza el proceso de Extracción Hidroalcohólico en maceración y reposo, lo que le da características especiales en sabor, cuerpo, aroma y color.

El envasado de éste licor de damiana se hace en diferentes presentaciones desde botellas de recuerdo hasta presentaciones en 50, 250 y 750 ml (Cuadro 2).

Cuadro 2. Precios de 2011 de presentaciones de licor de damiana de la empresa ARARI S.A. de C.V., en Baja California Sur.

LICOR DE DAMIANA	
Presentación	Precio de menudeo
50 ml	\$ 25.00
250 ml	\$80.00
750 ml	\$210.00

Para obtener la producción de licor de damiana la empresa ARARI tiene su propio cultivo en el poblado de San Pedro en B.C.S., en la propiedad denominada Taste Viejo. Llevan a cabo tres cortes de la planta por año y obtienen en cada corte aproximadamente 100 kg para obtener licor de damiana, crema, té, etc., realizan cortes en fresco de la planta para después realizar el secado a la sombra y posteriormente ser procesada para los diversos productos ya mencionados.



Fuente: http://www.grupoarari.com/inicio_nuestra.html

Figura 1. Organigrama de la empresa ARARI S.A. de C.V.

La empresa DAMIANA EXPORT S. de R. L. se localiza en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, procesando té de damiana. Esta empresa pone el producto dónde el cliente lo requiera; se trabaja bajo previo contrato de compra-venta. Cosecha tres veces al año, lo que permite una producción permanente. La presentación del producto es en sobres para infusión de 1.5 g.

También manejan un empaque de bolsa de papel filtrante termosellable blanco. Té en cajas de cartón impreso, con un contenido de 24 sobres cada una. Cada sobre con su envoltura individual y etiqueta (Castro y Garayzar, 2010).

Véliz (2001), el Té de damiana es utilizado en diferentes presentaciones a nivel nacional como:

Damiana afroditá té instantáneo, 25 sobres de 1.5 g cada una.

Té de damiana Plamesi, 25 sobres.

Té de damiana Anahuac, 30 sobres de 30 g cada una.

Té damiana de California 28.4 g.

Té de damiana instantáneo, Calafia, 25 g.

Neuro Testion, tabletas.

Damiana leaves 100 cápsulas 380 mg.

Extracto de damiana “orgánica nutrición avanzada” 10 ml.

Alfa glutamic Vigor. 50 grageas.

Aspectos sociales

La acreditación de la planta de damiana (*Turnera diffusa*) en la herbolaria y en la medicina naturista del mundo, durante más de un siglo, es la razón de que sea demandada por consumidores nacionales y extranjeros. Sin embargo, aún hay áreas de oportunidad por explorar y explotar para que el valioso caudal que representa se concrete por medio de su transformación y comercialización por los productores mexicanos.

Aun cuando se puede encontrar damiana en varias regiones del mundo, la originaria de la península de Baja California se ha colocado en la mente de los consumidores de productos naturistas en el mundo. Artículos diversos, como licor, cápsulas y extractos que contienen damiana sola o mezclada con otros ingredientes y que son elaborados en Estados Unidos de América, en países europeos y China, entre otros, anuncian en sus etiquetas y en su publicidad su formulación con damiana californiana o damiana de Baja California (Gámez *et al.*, 2010).

Baja California Sur actualmente cuenta con unidades productivas que comercializan las hojas secas de damiana y hay interés de otros agentes en formar una cadena productiva que incorpore la recolección, el secado y el ensacado de plantas silvestres, así como explorar el cultivo de la planta en el futuro. No obstante, las cadenas productivas de este tipo en el sur del estado suelen enfrentar problemas, vinculados en especial a los siguientes dos factores:

- El primero es de índole natural y se refleja en la escasez de la planta debido al temporal de lluvias, sobre todo cuando hay sequía; pero también cuando las lluvias caen en inicio del verano de manera concentrada, sin que haya lluvia suficiente en el resto de esta estación.
- El segundo factor limitativo, de naturaleza económica y comercial, es la variabilidad de la cantidad de demanda, que aunado al bajo precio ofrecido por los intermediarios también limita la producción.

En el estado se requiere de la creación, fortalecimiento y vinculación de sociedades mercantiles o comerciales con personalidades jurídicas, en busca del beneficio común de los socios o el fortalecimiento de las estructuras organizativas sociales que tienen como base a la familia.

Lo anterior, puede lograr la cohesión de los productores, además de establecer y fijar metas que puedan llevar a elevar la producción de la damiana, e incluso, mejorar las condiciones silvestres de esta especie, al regular, con lineamientos su aprovechamiento.—De igual forma, establecer plantaciones donde el beneficio social aumentará si existen organizaciones que busquen el beneficio colectivo de los poseedores de predios forestales con presencia de damiana o con aptitud preferentemente forestales donde el establecimiento del cultivo de la planta sea factible (Gámez *et al.*, 2010).

Normatividad y metodología para el aprovechamiento de la damiana.

El proceso de aprovechamiento de la damiana es complicado y poco uniforme, debido a que en su extracción participan un gran número de agentes independientes con distintas formas metodológicas y en ocasiones sin permiso para el aprovechamiento; por lo cual se debe utilizar una metodología para preservar el recurso en forma silvestre y evitar la recolección clandestina.

Con lo anterior, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 73 de la Ley General Forestal Sustentable, se requiere autorización de la SEMARNAT para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de recursos forestales no

maderables, y se sujetará a las normas oficiales mexicanas que expida dicha Secretaría, en donde se especificará la metodología aplicable y las características a considerar.

Para el aprovechamiento del género *Turnera*, al que pertenece la damiana, aplica la regulación de la NOM-007-SEMARNAT-1997 que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

La Norma establece que el aprovechamiento de hojas o pencas, flores, frutos y semillas, quedará sujeto a los siguientes criterios y especificaciones técnicas:

Sólo se podrán aprovechar plantas en la etapa de madurez de cosecha, identificándolas, por el tamaño y las características vegetativas;

Deberá dejarse distribuido uniformemente, en el área de aprovechamiento sin intervenir, como mínimo el 20% de las plantas en etapa de madurez de cosecha, para que lleguen a su madurez reproductiva y propiciar la regeneración por semilla;

Para el aprovechamiento de ramas, la intensidad de las podas deberá ser de acuerdo a las características vegetativas y de regeneración de cada especie, no debiendo rebasar las dos terceras partes de la longitud y de la parte ramificada de cada planta;

Para el aprovechamiento de flores, frutos y semillas:

El aprovechamiento y recolección se hará sobre plantas que tengan suficiente producción, no interviniendo aquellas en la que la misma sea incipiente;

Al realizar la colecta se usará la herramienta adecuada con el fin de no dañar a la planta intervenida;

En cada planta aprovechada se deberá dejar, uniformemente distribuido, cuando menos, el 20% de los productos para propiciar la reproducción sexual;

Al realizar el aprovechamiento o recolección, se deberán excluir las plantas fenotípicamente sobresalientes, con el objeto de favorecer la regeneración y el mejoramiento de la especie aprovechada, y

En años de baja producción, posteriores a los años semilleros, deberá reducirse la intensidad de recolección o aprovechamiento, dejando en cada planta, cuando menos, el 50% de órganos reproductores que favorezcan la reproducción sexual (<http://biblioteca.semarnat.gob.mx>).

Literatura consultada

Andrews, S. 2010. Herbs of the Northern Shaman: A Guide to Mind-Altering Plants of the Northern Hemisphere. Ropley: O Books. 110 p.

Antol, M. N. 1996. Healing teas: how to prepare and use teas to

- maximize your health. Edit. Avery Publishin Group. N.Y.USA. 120 p.
- Ara R., A. 1997. 100 Plantas Medicinales Escogidas. Edit. EDAF, S.A. Madrid. España. 148 p.
- Arias, A. 2000. Las Plantas de Zapotitlán Salinas, Puebla: Un folleto de divulgación sobre botánica y conservación. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. México. 126 p.
- Balch, P.A. 2002. Prescription for nutritional healing: the A to Z guide to supplements. Edit. Penguin Putnam Inc. New York, USA. 233 p.
- Bicchi, C; P. Rubiolo; E.E. Saranz; W. Vilegas, J.de S. Graciosa y A.R. Monteiro. 2003. Components of *Turnera diffusa* Willd. var. afrodisiaca (Ward) Urb. Essential Oil. Flavour and Fragrance Journal. 18:59-61.
- Castro T., M.A. y F.F. Garayzar A. 2010. Proyecto de Inversión: Producción y Comercialización de Té de Damiana hacia el mercado de Canadá. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California Sur Área Interdisciplinaria de Ciencias Sociales y Humanidades Departamento de Economía. La Paz B.C.S. 61 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2008. "Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento del "Monumento Natural Arco de Cabo San Lucas", en el estado de Baja California Sur. 35 p.

- Encarnación D., R. 1996. Medicina Tradicional y Popular de Baja California Sur. 1ra Ed. SEP-UABCS. La Paz. 121 p.
- Gama, L; H. Narave y N. P. Moreno. 1985. Flora de Veracruz Turneraceae. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 20 p.
- Gámez, A. E; A. Ivanova y J.A. Martínez. 2010. La comercialización mundial de damiana y los pequeños productores de Baja California Sur. Comercio exterior. 60: 209-220.
- Hernández, R; y M. Gally. 1981. Plantas Medicinales. Edit. Árbol S. A. de C. V. Colombia. 73 p.
- León, de la L. J.L. y R. Coria. 1992. Flora iconográfica de Baja California Sur. Pub. No. 3. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C. La Paz, B.C.S. México. 52-53 p.
- Miller, R. A. 1993. The magical and ritual use of aphrodisiacs. Edit. Rochester, Vt.: Destiny Books. Rochester, Vermont, USA. 16 p.
- Natural Standard. 2007. *Turnera diffusa*. <http://www.naturalstandard.com/>. Disponible en (octubre, 2007).
- Osuna, E., y R. Meza. 2000. Producción de Plantas y Establecimiento y Manejo de Plantaciones de Damiana (*Turnera diffusa* Willd). *Folleto Técnico Núm. 4*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

- Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos. La Paz, B.C.S., México. 25 p.
- Parra, H. E. 1993. Estudio etnobotánica de las plantas alimenticias de Baja California Sur. Folleto Técnico No. 3. SARH-INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Todos Santos. La Paz, B.C.S. México. 15 p.
- Piña, P. F. 1993. Catálogo de plantas útiles de Baja California Sur. INIFAP. Folleto Técnico No. 2. SARH-INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Todos Santos La Paz, B.C.S. México. 46 p.
- Restrepo, R. A. 2004. Saberes de vida por el bienestar de las nuevas generaciones. Bogotá, Siglo del Hombre, UNESCO. 283 p.
- Roberts, N. C. 1989. Baja California Plant Field Guide. Natural History Publishing Company. La Jolla, California. 269 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales no maderables de clima árido y semiárido. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables. México. 71 p.
- Singh, R. 2006. Psychoactive Medicinal Plants: Hallucinogenic and Narcotic Drugs. Edit. Global Vision Publishing House. Nueva Delhi, India. 238 p.

- Vanaclocha B., y S. Cañigüeral. 2003. Fitoterapia. Vademécum de prescripción. 4ª ed. Barcelona: Masson. 204 p.
- Vázquez, C. J. 1993. Guía para el establecimiento de plantaciones de damiana (*Turnera diffusa* Willd), en Baja California Sur. Folletos para Productores No. 1. SARH-INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Todos Santos La Paz B.C.S. México. 14 p.
- Véliz M., M. G. 2001. Estudio de la Comercialización de Damiana (*Turnera diffusa* Willd) en el Estado de Baja California Sur. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California Sur Área Interdisciplinaria de Ciencias Agropecuarias Departamento de Agronomía. La Paz. B.C.S. 75 p.
- Wiggins, I. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. California, U.S.A. 1025 p.
- www.grupoarari.com/inicio_nuestra.html (Consultada 22 de noviembre de 2011)

CAPÍTULO VIII

CARACTERIZACIÓN DEL PALO FIERRO (*Olneya tesota*) EN SONORA, MÉXICO

Miguel A. Parra Galindo, Enrique Enríquez Carrillo, Felipe
Ramírez Moreno y Martín Martínez Salvador



Introducción

El Palo Fierro (*Olneya tesota* A. Gray) es de gran valor para la conservación de los ecosistemas de los desiertos del noroeste de México. Es una fuente de forraje de excelente calidad tanto para la fauna silvestre como para el ganado bovino, ofrece sombra y protección para los mamíferos, así como áreas para la anidación para aves y reptiles. Adicionalmente bajo la copa de esta planta, se conserva más la humedad con acumulación de materia orgánica, la cuál mejora las características químicas del suelo.

En los últimos años se ha incrementado el aprovechamiento de la madera de palo fierro para la elaboración de artesanías y para carbón; sin embargo, no se han reportado planes de conservación del recurso, por lo que se incrementa el riesgo de deterioro del medio ambiente.

El palo fierro es una especie endémica del Desierto Sonorense en el noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos y por sus características ecológicas y de usos comerciales, se puede considerar como una especie con alto potencial económico para muchos habitantes de esta región (Hastings *et al.*, 1972; Romeu, 1996), por lo cual es importante la recopilación de conocimientos y desarrollo de investigación sobre esta especie para integrar estrategias en programas de manejo y aprovechamiento de una manera sustentable.

El árbol de palo fierro se distribuye de los 0 a los 800 msnm internándose en el continente. A lo largo del gradiente junto con los sahuaros y mezquites es una de las especies de mayor tamaño en las comunidades de matorral sarcocaulé y xerófilo

de la región. Es posible hallar individuos de más de 15 metros de altura. Crece en las regiones más áridas del desierto y ocasionalmente a lo largo de pequeños arroyos y cauces temporales de agua, donde alcanza sus mayores tallas (Durand, 1996; Rzedowsky, 1981).

Distribución

El desierto Sonorense es el más tropical de Norteamérica, se caracteriza por tener la mayor diversidad de formas de vida y endemismo entre las comunidades desérticas del mundo. Un tercio de las 2,500 especies de plantas que existen en este lugar son endémicas y entre ellas se encuentra el palo fierro (Durand, 1996).

El palo fierro es una especie única dentro del género *Olneya*. Se distribuye en el desierto Sonorense, en los estados de Sonora, Arizona, California y en la península de Baja California. Su crecimiento es lento y puede sobrevivir hasta 1000 años en promedio (Romeu, 1996).

En su área de distribución en el estado de Sonora, se asocia principalmente con comunidades de mezquites y matorral sarcocaulé, y ocupa un gradiente de distribución de los 0 a los 80 metros sobre el nivel del mar (Cuadro 1 y Figura 1)

Cuadro 1. Superficie potencial del palo fierro en México.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUP (HA)
Mezquital	1,447,804
Matorral sarcocaulé	1,351,991
Total	2,799,795

Fuente: Elaboración propia INIFAP con base en cartografía del INF serie III,

Información de conglomerados del INF, información de reportes de investigación y recorridos de campo.

La distribución de *O. tesota* corresponde a los límites del Desierto de Sonora, pero esta ocurrencia no es continua. Es rara o ausente en el lado del Pacífico en la península de Baja California. En el centro del estado de Sonora es muy abundante cerca de la costa y en los planos, pero se observa en colonias dispersas a lo largo de la frontera con Estados Unidos. Las bajas temperaturas de invierno indican son un factor importante para su distribución (Cazares y Díaz, 2006)

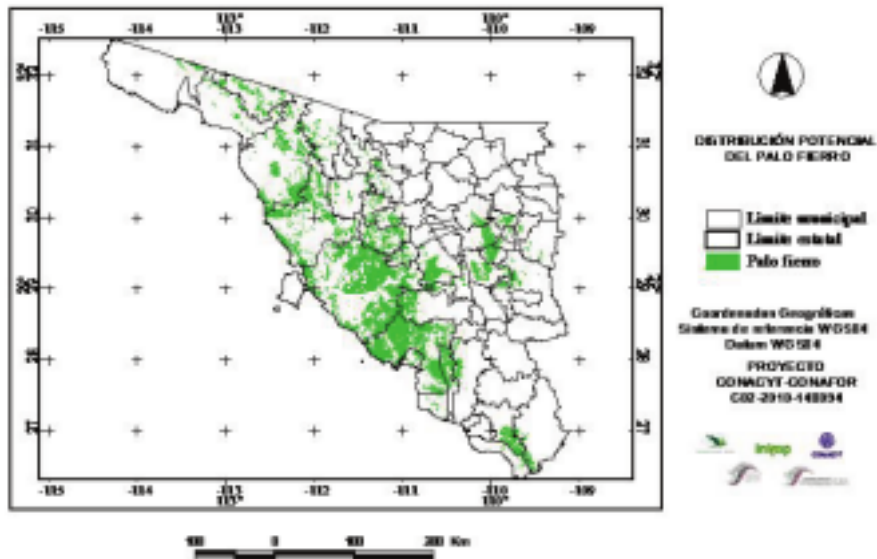


Figura 1. Mapa de distribución del Palo Fierro (*Olneya tesota*) en el estado de Sonora.

Usos e importancia.

Desde tiempos remotos las partes de la planta de palo fierro han servido para muchos usos, su madera dura y de color oscuro ha sido materia prima para las comunidades indígenas del desierto Sonorense. Los Mayos, Yaquis, Seris y Pápagos la han utilizado tradicionalmente para la elaboración de utensilios e instrumentos musicales, puntas de arpones y zumbadores usados en sus rituales. Los tallos son usados para hacer postes de cercas, las flores se utilizan en infusiones para aliviar males de estómago y riñones, y con la semilla se elabora pan, tortillas y atole.

Madera seca, muerta en pie, se emplea por los indios Seris para elaborar artesanías por lo que es considerada como madera preciosa (Mayoral, 1994).

La elaboración de artesanías de la madera de palo fierro se inició en los años 60's por la tribu Seri, asentada en Bahía de Kino y Punta Chueca, Sonora. En los inicios para el tallado de la madera utilizaban herramientas como: hacha, escofina, machete y lijas, estimando la elaboración de una figura por familia y por semana, en promedio.

Para mediados de los 70's, la actividad artesanal dejó de ser exclusiva de los Seris y se generalizó a otras poblaciones del Estado. Actualmente con la ayuda de maquinaria especializada como sierras eléctricas, tornos, pulidoras, etc. se realiza por lo menos una figura por día, por lo que la demanda de madera requerida para su elaboración se incrementó drásticamente (Solís, 1993).

Nabhan and Plotkin (1994) describen la importancia del palo

fierro como “nodriza” para el establecimiento de más de 160 especies diferentes, incluyendo algunas cactáceas.

En un estudio desarrollado en el Campo Experimental Carbó del INIFAP, Miranda *et al.* (1995) encontraron que bajo la copa del palo fierro el suelo presenta un mayor contenido de materia orgánica y de humedad, lo cual favorece el establecimiento y desarrollo de otras especies; contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad vegetal.

Otros estudios realizados en el mismo campo indican que el palo fierro es muy importante en la dieta del ganado bovino, sobre todo en la época de escacés de forraje de gramíneas (CIPES, 1989). También Krausman *et al.* (1985), mencionan que el palo fierro proporciona sombra, alimento y refugio a ciertas especies de la fauna silvestre, como el venado bura (*Odocoileus hemmionus*).

Durand (1996), menciona que durante 1992 más de 21 mil toneladas de palo fierro se destinaron a la obtención de carbón con un método poco eficiente en los que el 60% de la energía contenida en la madera se pierde durante la conversión. El 90% del carbón que se exporta a Estados Unidos proviene del estado de Sonora y de esta cantidad 25% se produce de arboles jóvenes de palo fierro.

El palo fierro al igual que el mezquite son las especies más explotadas para la producción de carbón en el Estado de Sonora, representando en los últimos años hasta el 98% de la producción de carbón de origen vegetal.

Especie sujeta a protección.

El palo fierro se encuentra en la lista de especies protegidas en la categoría de “sujeta a protección especial” en la NOM-059-ECOL-1994. Esta Norma fue publicada en el diario oficial de la federación el 16 de mayo de 1994 (DOF, 1994).

A pesar de que se cuenta con información acerca del potencial del palo fierro y de su importancia para los ecosistemas desérticos del Noroeste de México, en la actualidad existen más de 250 talleres que elaboran figuras de su madera, y la producción de carbón se ha incrementado.

Aunque el palo fierro no se considera en peligro de extinción, pues su área de distribución abarca millones de hectáreas y sus poblaciones contienen miles de individuos, el desmonte de cerca de 2 millones del desierto y su uso desmedido como materia prima, asociado a la baja tasa de reproducción de la especie la colocan su sobrevivencia en evidente peligro (Durand, 1996). Adicionalmente diversas investigaciones han evidenciado la importancia ecológica de la especie, considerándolo como un modificador clave en la estructura y función del ecosistema (Nobhan y Plotkin, 1994).

Aspectos ecológicos.

El palo fierro se encuentra disperso en los tipos de vegetación con clima cálido árido BSo (h'), semicálido árido BSoh y semicálido muy árido Bwh. En los matorrales denominados arbosufrutescente, arborescente, arbocrasicaulescente y en el matorral mediano parvifolio, se le encuentra principalmente en sitios de planicie y en lomeríos bajos y medianos, aunque en algunas áreas se pueden observar plantas de muy buen

tamaño y vigor en bajíos. Aunque existen áreas donde su densidad y porcentaje en la composición florística es muy importante, no se encuentran masas arboladas tan compactas como en el caso de mezquite.

Para el caso de México se ha estimado que se distribuye en una superficie potencial de 2, 799,795 ha a lo largo de la costa de sonora y hasta los 800 msnm tierra adentro. Se encuentra asociada con otras especies conviviendo en comunidades de mezquite y matorral sarcocaulé principalmente. Esta especie es clave y representa un gran valor ecológico para la vida silvestre del estado de Sonora, ya que se ha identificado que nodriza a decenas de especies y alberga también especies de fauna. La densidad de su población se ha visto reducida por el uso intensivo para la elaboración de figurines de madera, y elaboración de carbón.

Especies animales endémicas como el berrendo sonorense (*Antilocapra americana*), el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y la codorniz mascarita dependen de las ramas, folleje y la sombra que proporciona esta leguminosa (Durand, 1996).

La comunidad vegetal de palo fierro

A lo largo del gradiente de distribución del palo fierro se distribuyen también una gran diversidad de plantas, donde los árboles más grandes forman bosques con otras plantas del desierto como: *Cercidium floridum*, *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, *P. velutina*, *Acacia greggii*, y otros (Felger 1992).

Se ha observado que las plantas de palo fierro se encuentran siempre en asociación con otras especies como garambullo (*Celtis pallida*), chiltepín, guayacán (*Guayacum coulteri*),

pitahaya (*Lemirocereus thurberi*), tutuqui (*Lycium berlandieri*), rama blanca (*Encelia farinosa*), uña de gato (*Mimosa laxiflora*), papache (*Randia thurberi*), tullidota (*Karwinskia humboldtiana*), sangregado (*Jatropha* sp.), brea (*Cercidium sonoreae*), mezquite (*Prosopis* sp.), salicieso (*Lycium andersonii*), gobernadora (*Larrea tridentata*), franseria (*Franseria* spp.), palo verde (*Cercidium microphyllum*), bachata (*Condaliopsis lycioides*), entre otras. Las cactáceas como la choya (*Opuntia* sp.), el tasajo (*Opuntia leptocaulis*), la viznaga (*Ferocactus* sp.), cabeza de viejo (*Mammillaria* spp.), sina (*Lophocereus schottii*), saguaro (*Carnegiea gigantes*) y pitahaya (*Lemairocereus thurberi*), encuentran bajo el palo fierro las condiciones favorables para establecerse. Es importante mencionar que especies como el warequi (*Maximowiczia sonoreae*), muy apreciado como planta medicinal solamente crece (así se ha observado en estos muestreos) bajo plantas de palo fierro (Figuras 2 y 4).



Figura 2. Bajo el palo fierro existen condiciones favorables para el establecimiento de muchas otras especies.

En muestreos realizados en el municipio de Hermosillo se encuentran áreas con densidades promedio de 90 plantas por hectárea de palo fierro, con una altura media de 3.8 m y de 3 a 6 tallos por planta con un diámetro promedio de 15 cm. Mientras que en la parte Este del mismo municipio, los datos obtenidos en el área de muestreo muestran una densidad más alta, de hasta 240 plantas por hectárea, con una altura promedio de 5.8 m. En el siguiente cuadro se presentan datos promedio de las áreas bajo estudio, observándose una gran

diferencia entre áreas, por lo cual se considera necesario realizar evaluaciones particulares en microcuencas y hasta en predios individuales antes de autorizar cualquier tipo de aprovechamiento.

Cuadro 2. Características de las poblaciones de palo fierro en regiones de Sonora.

Área	Densidad (por/ha)	N° Tallos	Diámetro (cm)	Altura (m)	Cobertura (m ²)
Hermosillo (Costa)	70	4	11.8	4.2	23.4
Hermosillo (NW)	90	4	15	3.8	23.5
Hermosillo (E)	240	4	12.3	5.8	18.35
Pitiquito "Arivaipa"	23	2	18.5	5.6	35.25
Promedio	108	3.5	14.4	4.8	23.4

Fuente: Elaboración propia INIFAP C. E. Costa de Hermosillo, Sonora, México.

El palo fierro es de gran importancia para la fauna silvestre, puesto que bajo su copa anidan reptiles, aves y pequeños mamíferos que hacen sus guaridas bajo el suelo, quizá debido a que el suelo es más blando por la acumulación de materia orgánica y la temperatura es más agradable por la sombra y la humedad retenida, por lo que también se considera nodriza de un número de especies en el desierto Sonorense (Suzan, 1996) Además de que sus hojas y vainas representan una fuente alimenticia de buena calidad nutricional. El ganado bovino (Figura 3), al igual que la fauna mayor, como el venado bura incluyen el palo fierro en su dieta de una manera importante.



Figura 3. El palo fierro es una fuente importante de forraje para el ganado bovino.

Según los muestreos realizados hasta la fecha y los datos recabados, en las áreas de planicie el palo fierro presenta una altura promedio de 2.9 m con un máximo observado de 3.85 m. Las plantas presentan en promedio cuatro tallos o ramificaciones principales, desde un tallo hasta siete, con un diámetro promedio de 12 cm (34 cm, de perímetro) tomado a 50 cm del suelo. Mientras que en las áreas de bajío con suelos profundos se observan plantas con alturas de más de 8 m de altura y los tallos presentan diámetros de 22 cm (70 cm, de perímetro), lo cual nos indica que el potencial de crecimiento del palo fierro bajo condiciones de suelo profundo y humedad es mucho mayor que lo expresado en las áreas de planicie con

baja precipitación y retención de humedad.

En la región de la Costa de Hermosillo (28° 53' N, 111° 28' W; 65 msnm) se encontraron áreas de vegetación nativa sin disturbios aparentes al suelo, donde se observaron densidades de 70 plantas de palo fierro por hectárea, con una altura promedio de 4.2 m y cobertura de la copa de 23.4 m², todas con evidencias de corte al tallo principal o a tallos secundarios. Afortunadamente, se puede observar una buena recuperación de todas las plantas evaluadas, contando hasta con 5 tallos secundarios con diámetros menores de 10 cm. Estas áreas están rodeadas por tierras abiertas al cultivo.

En la región conocida como “El Arivaipa” (29° 33' N, 111° 59' W; 243 msnm) en la parte suroeste del municipio de Pitiquito, se encuentran áreas donde el palo fierro era una de las especies dominantes pero ha sido talado casi en su totalidad. Según los muestreos realizados, la densidad en las áreas de muestreo, varía de cero hasta 50 plantas de palo fierro por hectárea. La altura de las plantas varía de 3 a 6 m, encontrándose áreas donde se observan hasta 40 tocones de plantas muertas a causa del corte total de la planta, incluso existen evidencias de que muchas de estas plantas han sido removidas con todo y raíz. El 42% de las plantas encontradas vivas presenta evidencia de corte al tallo principal, presentando de tres a cinco tallos secundarios de entre 5 y 10 cm de diámetro.

A pesar de tratarse de una especie clasificada en la categoría de protección especial (Paredes, 2000), según la información obtenida de diversas fuentes, esta especie ha sido y sigue siendo talada, sobre todo para la producción de artesanías y de carbón, y en muchos ranchos ganaderos para postería.

De acuerdo a las observaciones realizadas, los desmontes para el establecimiento de praderas de temporal (zacate buffel) han respetado en parte al palo fierro, sin embargo, estas poblaciones no son susceptibles de aprovecharse sin correr el riesgo de provocar graves daños a los ecosistemas.



Figura 4. El warequi es una especie muy apreciada por sus propiedades medicinales está fuertemente asociada al palo fierro.

Aspectos socioeconómicos.

NFTA (1992) califica al palo fierro como una especie potencial para ser cultivada para la producción de alimentos y especie

forrajera.

El palo fierro ha sido muy importante en el sostenimiento socioeconómico de las familias en las tribus indígenas de los Yaquis, Papagos y Seris ya que esta especie se ha utilizado desde la fabricación de puntas para arpones para la pesca, cercos , construcción de viviendas. Los nativos tostaban las semillas al fuego para comerlas, también la fauna silvestre se alimenta de éstas y por otro lado se aprovecha esta especie con fines medicinales ya que las flores en infusión se utilizan para aliviar males estomacales y de los riñones.

Solis y Molina (1993), reportaron la existencia de 250 talleres artesanales en el municipio de Hermosillo, empleando 180,000 jornales/año y una derrama económica cercana a los \$ 3, 000 millones de pesos.

Las principales causas de la existencia de áreas naturales con escasa recuperación de la especie se ha debido a los desmontes para el establecimiento de praderas para la actividad ganadera, principalmente de zacate buffel, así como la producción de carbón vegetal, esta ultima actividad se pudiera considerar la principal causa. Es importante destacar que no existe vigilancia suficiente la cual garantice por lo menos contar con información confiable de la situación de su aprovechamiento asi como de las plantaciones en el estado.

Sonora aporta el 2.01% del volumen de producción maderable de todo México, lo que se ha reflejado en una participación de apenas el 0.28% al PIB estatal, a pesar de que emplea alrededor de 4,250 personas en ésta y otras actividades relacionadas. No obstante los problemas observados, la actividad forestal representa para las zonas rurales de la sierra

del estado de Sonora una de las principales alternativas de beneficio socioeconómico, no sólo por su relación estrecha con la industria de muebles en el mercado interno, sino también, por sus vínculos con el sector externo a través de las exportaciones de carbón vegetal y otros subproductos. Además de ello, en zonas rurales bajas, donde la agricultura o ganadería no son factores básicos de desarrollo, por limitantes climatológicas y de suelo, la recolección de leñas muertas y su posterior uso, comercialización y/o transformación, generan empleos a familias de escasos recursos

Asimismo, en el ámbito económico, el subsector forestal y la explotación de sus recursos siguen caracterizándose por un atraso considerable con respecto al resto de las actividades productivas de la entidad, ya que los ejidos madereros y demás unidades de producción se han visto impedidos para trascender las fases primarias de corte y preparación en bruto de la madera. Además, existen evidencias de que al interior de las comunidades rurales que practican esta actividad, la mayoría de sus pobladores siguen viviendo en condiciones socioeconómicas deplorables.

En relación a la fabricación de artesanías y según información de la Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular, A. C., los centros de mayor venta de palo fierro son Nogales, La Paz, Cabo San Lucas, San Carlos, Mazatlán, Obregón y Álamos. Los comerciantes de estos lugares compran las figuras de palo fierro a los intermediarios, que ganan en la transacción entre 15 y 25% del precio original. También existe un comercio ambulante en las playas de Mazatlán, en la ciudad de Hermosillo, y en otros sitios.

Germinación de semilla de palo fierro.

El palo fierro se propaga sexualmente por semilla y asexualmente por medio de varetas, acodos, esquejes, raquetas estacas (Mayoral, 1994).

En un estudio realizado por Sañudo *et al.* (2009) se evaluó el efecto de siete diferentes tratamientos pregerminativos sobre el porcentaje de germinación de semillas de palo fierro a los 20 días; T1) testigo, T2) imbibición 1 h en agua, T3) imbibición 2 h en agua, T4) imbibición 30 min en agua, T5) 10 min en H₂SO₄ al 40%, T6) 10 min en H₂SO₄ al 20%, T7) escarificación con lija, T8) 1 h en frío. Estadísticamente la escarificación con lija fue el mejor tratamiento ya que aceleró la velocidad de germinación e incrementó el porcentaje de germinación (70.3%) a los 8 días después de la siembra, seguido de T4 y T5 (7.8%); en tanto que T6 se comportó igual que el testigo (6.25%).

Las semillas de palo fierro son ortodoxas, es decir son semillas que pueden secarse y almacenarse a bajas temperaturas por largos períodos sin perder viabilidad, las semillas de esta especie pueden almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas de 0 °C, dichas condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años (Shreve y Wiggins, 1964).

Las semillas de esta especie son muy resistentes a la desecación, semillas que han iniciado su germinación, incluso con radícula y plúmula, pueden interrumpir el proceso y mantenerse en ese estado bajo condiciones secas, cuando las condiciones de humedad son favorables, éstas son capaces de concluir con la germinación y desarrollar las plántulas (Shreve y Wiggins, 1964; Young, 1992; Gurrola *et al.*, 2011).

La aplicación de tratamientos pre germinativos a las semillas de palo fierro favorece la velocidad de germinación, observándose que la escarificación influye significativamente sobre el porcentaje de germinación, aproximadamente el 70% (Sañudo *et al.*, 2009).

Perspectivas de estudio de las poblaciones de palo fierro

Es necesario continuar con estudios de autoecología y sinecología del palo fierro, para asegurar el éxito de los programas de reforestación, disminuir el impacto ambiental y contar con fuentes de materia prima en el futuro, cuya demanda va en aumento.

Es urgente el establecimiento de mecanismos para evitar la deforestación de especies que como el palo fierro, juegan un papel tan importante en el equilibrio de los ecosistemas áridos y semiáridos.

Es necesario realizar estudios en la búsqueda de nuevas alternativas para la producción de madera de otras especies que puedan aprovecharse de una manera más intensiva y respetar las especies que tardan muchos años en crecer en el agostaadero pero son de vital importancia.

Aunque se ha detectado que la región costera del estado es la parte más afectada por la tala de árboles, también se ha observado en la región central y de la sierra de Sonora que las poblaciones de palo fierro han venido siendo cada vez más utilizadas de manera furtiva para la elaboración de carbón y de postería, evidencias fáciles de observar en los cercos ganaderos.

En un estudio realizado por Zuñiga y Suzán (2006), a cuatro poblaciones de palo fierro en la costa central del estado de Sonora, dónde se ha registrado la mayor explotación de palo fierro, se determinó un alto porcentaje de arboles con daño por corte, donde también se caracterizó la distribución de tamaños de poblaciones y la frecuencia de daño por categorías. Presentándose la mayor frecuencia de arboles dañados y muertos, siendo Bahía Kino con el mayor daño por corte, con el mayor porcentaje de arboles dañados y muertos, en comparación con Punta Chueca, Puerto Libertad y Puerto Lobos. Observando también que no existe la presencia de individuos juveniles, situación con una importante percusión ecológica.

Uno de los principales problemas que se presentan al realizar este tipo de estudios, es el acceso restringido a las propiedades particulares, por lo que se recomienda la concertación y la elaboración de convenios con las organizaciones de productores para que los estudios puedan realizarse en toda la extensión territorial del Estado.

En la revisión de otros estudios, algunas variables evaluadas (como densidad de plantas por hectárea) presentan diferencias muy evidentes. Para poder contar con información que sea realmente útil, es necesario realizar las evaluaciones en áreas bien delimitadas, puesto que el grado de uso y mortandad, así como la dispersión natural de las plantas de esta especie presenta diferencias entre predios. Es recomendable realizar evaluaciones individuales del potencial productivo y grado de uso adecuado para estar en posibilidades de que el aprovechamiento sea sustentable.

Referencias bibliográficas

- Cazares M., J. M y Díaz S., M. 2006. Análisis florístico de las especies asociadas al palo fierro (*Olneya esota*) en regiones prioritarias en el desierto sonorense. Memorias del VIII verano de la ciencia de la región centro y V verano de ciencia de la UAQ. Querétaro. México. 12 p.
- CIPES. 1989. Manejo de Pastizales. 20 años de investigación Pecuaria en el Estado de Sonora. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH-Gob. Edo.-UGRS.
- Diario Oficial de la Federación (DOF).1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Disponible en: http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/sedes_ol_nom_059_ecol_1994.pdf (fecha de consulta: 08/05/2013).
- Durand, L. 1996. *El palo fierro, especie clave del desierto de Sonora*, CONABIO. Ciencias, No. 043, México. pp 24-26.
- Felger, R. S. 1992. Reflections on a desert legume trinity. *Aridus* 4(4):1-7.
- Gurrola M.M., Tineo G.L., Osorio S.M. 2011. Regeneración in vitro de plántulas de palo fierro. XI Congreso Nacional de iotecnología. ITSON. Hermosillo, Sonora. Méx. P 1.
- Hastings, J. R; R.M. Turner and D. K. Warren. 1972. An atlas of some plant distributions in the Sonoran Desert. The

University of Arizona, Institute of Atmospheric Physics.
Tucson, Arizona.UA-IAP-TR-72-21.

Krausman, P.R; K.R. Routenstrauch y B.D. Leopold. 1985. Xeroriparian systems used by desert mule deer in Texas and Arizona. In riparian ecosystems and their management. Reconciling conflicting uses. First North American riparian conference. USDA. Forest Service.

Mayoral, P. 1994. Reproducción de palo fierro (*olneya tesota*) en viveros forestales. Universidad de Sonora – rictus y conservación internacional A.C. Sonora, Méx.

Miranda Z., H; E. Enríquez C; F. Ramírez M., y C. Ortega G. 1995. Efecto del mezquite y palo fierro sobre algunas propiedades químicas del suelo bajo ambientes en Sonora Resúmen en memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. México, D.F.

Nabhan G. and M. J. Plotkin. 1994. Ironwood: an ecological and cultural keystone of the Sonoran Desert. Conservation occasional paper N° 1. Washington, D.C.

NFTA. 1992. *Olneya tesota*: A potential food crop for hot arid zones. NFTA. 93-02. Waimanaio.

Paredes R. 2000. Protección del palo fierro (*Olneya tesota*) en el desierto Sonorense. Entorno 05: 2-5.

Romeu, E. 1996. Palo Fierro: Madera del Desierto. Biodiversitas (9):1-6.

- Rzedowsky J. 1981. Vegetación de México. LIMUSA. 2a Ed. Mexico. P.73-95.
- Shreve, F. y I. Wiggins. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert. Vol. 1. Stanford University Press. Stanford, California.
- Solís G., G. 1993. El palo fierro (*Olneya tesota*) en el Estado de Sonora. INIFAP-SARH- CETS. La Paz, B.C.S. Folleto Técnico N° 1.
- Solís G., G. y B. M. Espericueta. 1998. Evaluación de la Condición actual en áreas de Mezquite y Palo Fierro en ambientes áridos sujetos a un aprovechamiento continuo. p. 125-136. *En: Vázquez del C. et al* (ed.). Memorias del Simposio Internacional sobre la Utilización y Aprovechamiento de la Flora Silvestre de Zonas áridas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Suzan H., Nobhan G.P., Patten D.T. 1996. The importance of *Olneya tesota* as a nurse plant in the Sonoran Desert. *Journal of Vegetation Science* 7: 635-614.
- Young J.A. and Young C. G. 1992. Seed of woody plants in north America. Dioscorides Press, Oregon USA.
- Zúñiga T., R. B y H. Suzan A. 2006. Estructura de las poblaciones de palo fierro en la costa central de Sonora en relación al grado de daño por corte. V Simposio sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Centro de las Artes de la Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora. México.

Agradecimientos

Al Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR, por el apoyo brindado para la realización del proyecto CONAFOR C02-2010-148094

COORDINADORES DE LA INFORMACIÓN

REVISIÓN TÉCNICA

Dr.J. Santos Sierra Tristán
M.C. Héctor Ramírez Garduño

EDICIÓN

Dr. Martín Martínez Salvador

DISEÑO Y FORMACIÓN

Dr. Martín Martínez salvador
M.C. David E. Hermosillo Rojas
M.C. Aldo Saul Mojica Guerrero

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de Diciembre de
2013,
Chihuahua, Chih, México.
Tiraje 500 ejemplares

Directorio Sitio Experimental La Campana-Madera.

Investigadores	Programa de investigación
M.C. Carlos René Lara Macías	Servicios Ambientales
M.I. Esteban Gutiérrez Ronquillo	Carne de Rumiantes
Dr. Francisco Castillo Rangel	Carne de Rumiantes
Dr. Francisco González González	Carne de Rumiantes
M.C. Gabriel Sosa Pérez	Manejo Forestal Sustentable
Dr. J. Santos Sierra Tristán	Manejo de Pastizales y Cultivos forrajeros
M.C. Manuel Alarcón Bustamante	Plantaciones Forestales
Dr. Mario Esqueda Coronado	Carne de Rumiantes
Biol. Mario H. Royo Márquez	Manejo de Pastizales y Cultivos forrajeros
Dr. Martín Martínez Salvador	Manejo Forestal Sustentable
M.C. Oswaldo Ronquillo Avoite	Carne de Rumiantes
Dr. Pedro Jurado Guerra	Manejo de Pastizales y Cultivos forrajeros
M.C. Regina Leticia Carrillo Romo	Manejo de Pastizales y Cultivos forrajeros
Dr. Rubén A. Saucedo Terán	Mitigación del impacto ambiental
Héctor Ramírez Garduño	Manejo de Pastizales y Cultivos forrajeros
Eutiquio Barrientos	Mitigación del impacto ambiental

WWW.INIFAP.GOB.MX

Esta obra integra una relatoría de las características ecológicas de ocho especies forestales maderables y no maderables, las cuales son aprovechadas intensivamente en las zonas áridas de México para la obtención de alcoholes, fibras, ceras, aceites, uso aresanal, carbón vegetal, etc. Adicionalmente se describen algunos de sus usos más comunes, así como su distribución potencial y su sustentabilidad.