



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
I Z T A C A L A

BOTÁNICA ECONÓMICA DE *Agave lechuguilla* Torr.,  
*Euphorbia antisyphilitica* Zucc. y *Dasyilirion*  
*cedrosanum* Zucc. EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A  
LEONARDO NAZUL VEGA FLORES

ASESOR:  
DR. DIÓDORO GRANADOS SÁNCHEZ



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO, 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México y  
a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala,  
pero sobre todo a los profesores que contribuyeron con mi formación.

A la Universidad Autónoma de Chapingo  
por proporcionarme el material necesario  
así como el transporte para llegar a las zonas de estudio.

A los sinodales, Mario Alberto Rodríguez de la Concha Páez y  
Leonor Ana María Abundiz Bonilla  
por su siempre atenta e inmensa ayuda  
en la elaboración del presente trabajo.

A los sinodales, Marcial García Pineda y Pablo Ruiz Puga  
por las pertinentes sugerencias y correcciones  
para mejor el presente escrito.

Al Dr. Diódoro Granados Sánchez  
por el apoyo en la elaboración de este trabajo.

A las personas entrevistadas en campo,  
sin ellos este trabajo jamás se hubiese realizado.

A mi amiga Diana "Wera" que nunca me dejó desistir en mi trabajo,  
y sobre todo por su gran amistad.

A mis amigas Annel y Bere por la ayuda durante toda la carrera.

A mis padres  
por todo el apoyo incondicional en todos los sentidos posibles.

Y a cada una de las personas que de una u otra forma ayudaron durante toda mi educación y  
formación profesional.

## Dedicatorias

A mi asesor como agradecimiento por la ayuda prestada.

A mis sinodales Leonor Ana María Abundiz Bonilla y Mario Alberto de la Concha Páez en agradecimiento a la ayuda incondicional que me brindaron.

A los pobladores del desierto de chihuahua, y, para apoyar a todo aquel que decida mejorar su calidad de vida aprovechando sustentablemente estos recursos

A mis padres, como gesto de agradecimiento por todo el apoyo incondicional brindado durante tanto tiempo.

A mí mismo, como recordatorio de que todo lo que me proponga lo puedo lograr con un poco de esfuerzo.

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Índice</b>   |    |
| 2. Introducción. . . . .                                 | 6  |
| 3. Marco Teórico. . . . .                                | 8  |
| <i>Agave lechuguilla</i> Torr. . . . .                   | 9  |
| <i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc. . . . .           | 13 |
| <i>Dasyllirion cedrosanum</i> Zucc. . . . .              | 18 |
| UMA. . . . .   | 23 |
| 4. Justificación. . . . .                                | 24 |
| 5. Objetivos. . . . .                                    | 25 |
| Objetivo General. . . . .                                | 25 |
| Objetivos Particulares. . . . .                          | 25 |
| 6. Área de Estudio. . . . .                              | 26 |
| Desierto Chihuahuense. . . . .                           | 26 |
| Caracterización General. . . . .                         | 26 |
| Topografía. . . . .                                      | 27 |
| Hidrología. . . . .                                      | 27 |
| Clima. . . . .   | 28 |
| Geología y Edafología. . . . .                           | 29 |
| Vegetación. . . . .                                      | 29 |
| Municipio Ramos Arizpe, Coahuila. . . . .                | 34 |
| Caracterización General. . . . .                         | 34 |
| Población y situación económica. . . . .                 | 34 |
| Municipio Cuatro Ciénegas, Coahuila. . . . .             | 36 |
| Caracterización General. . . . .                         | 36 |
| Población y situación económica. . . . .                 | 36 |
| Municipio Cuencamé, Durango. . . . .                     | 38 |
| Caracterización General. . . . .                         | 38 |
| Población y situación económica. . . . .                 | 38 |
| 7. Material y Métodos. . . . .                           | 40 |
| Trabajo de campo. . . . .                                | 40 |
| Entrevista. . . . .                                      | 41 |
| Trabajo de gabinete. . . . .                             | 42 |
| 8. Resultados. . . . .                                   | 44 |
| Lechuguilla. . . . .                                     | 45 |
| Recolección de la Lechuguilla. . . . .                   | 45 |
| Tallado de la Lechuguilla y obtención del Ixtle. . . . . | 46 |
| Comercialización del Ixtle. . . . .                      | 49 |
| Candelilla. . . . .                                      | 52 |

|  |     |
|--|-----|
| Recolección de la candelilla. . . . .                      | .52 |
| Extracción de la cera. . . . .                             | .53 |
| Purificación de la cera. . . . .                           | .58 |
| Comercialización de la cera. . . . .                       | .62 |
| Sotol. . . . .   | .63 |
| Recolección del Sotol. . . . .                             | .63 |
| Extracción de la bebida alcohólica de Sotol. . . . .       | .63 |
| Comercialización de la bebida alcohólica de Sotol. . . . . | .64 |
| Valor de Uso y Categorías de Uso. . . . .                  | .66 |
| 9. Discusión. . . . .                                      | .70 |
| Lechuguilla. . . . .                                       | .71 |
| Recolección de la Lechuguilla. . . . .                     | .71 |
| Tallado de la Lechuguilla y Obtención del Ixtle. . . . .   | .71 |
| Comercialización del Ixtle. . . . .                        | .73 |
| Cultivo de la Lechuguilla. . . . .                         | .75 |
| Candelilla. . . . .  | .77 |
| Cultivo y Recolección de la Candelilla. . . . .            | .77 |
| Extracción y Refinación de la Cera. . . . .                | .78 |
| Comercialización de la Cera. . . . .                       | .78 |
| Sotol. . . . .   | .80 |
| Recolección del Sotol. . . . .                             | .80 |
| Extracción de la bebida alcohólica de Sotol. . . . .       | .80 |
| Comercialización de la bebida alcohólica de Sotol. . . . . | .81 |
| Cultivo del Sotol. . . . .                                 | .84 |
| UMA. . . . .   | .87 |
| Valor de Uso y Categorías de Uso. . . . .                  | .88 |
| 10. Conclusiones. . . . .                                  | .89 |
| 11. Literatura citada. . . . .                             | .90 |

## 2. Introducción

Es bien conocido que México es uno de los países megadiversos del mundo, esta gran diversidad y el alto endemismo del país es justificable gracias a su ubicación, ya que pasa entre los límites de las regiones neártica y neotropical, por ello no sorprende que cuente con una gran diversidad de flora y fauna (Rodríguez *et al.*, 2005; Mittermeier y Goettsch, 1992). El país cuenta con una gran diversidad de ecosistemas, que van desde lo más alto de las montañas hasta los mares profundos, pasando por arrecifes de coral, bosques nublados, lagunas costeras y desiertos (CONABIO, 2012).

Las zonas áridas son todas aquellas regiones cuya provisión de agua es deficiente (250 mm anuales en zonas áridas y 500 mm en zonas semiáridas); cubren más del 30 % de nuestro planeta (25 000 000 km<sup>2</sup>), los desiertos se encuentran formando dos cinturones entre los paralelos 20 y 40°. Se considera que la sombra orográfica producida por las Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental es la principal causa de la existencia de los desiertos del país, ya que estas grandes cadenas montañosas modifican la circulación de los vientos e impiden que la distribución de las lluvias sea homogénea, también gracias a que la porción septentrional de nuestro país se encuentra al norte del Trópico de Cáncer y gracias a la influencia del cinturón de altas presiones del Hemisferio Norte, una buena parte del territorio nacional, son zonas áridas y semiáridas. (Grenot, 1983).

En nuestro país existen 4 desiertos: el de Tehuacán - Cuicatlán, el Sonorense, el Hidalguense y el Chihuahuense; que cubren aproximadamente el 60 % del territorio nacional (Godínez, 1998); el desierto chihuahuense es el más grande de los cuatro y de hecho es el desierto más grande del continente Americano; además es uno de los desiertos con mayor diversidad y riqueza biológica del mundo (Bernabé, 2000).

En las zonas áridas a nivel del suelo existe agua "escondida", los granos de arena que conservan entre ellos numerosos espacios vacíos, pueden almacenar agua sobre todo la del rocío y la niebla; esto permite explicar la existencia de ciertos microclimas y de hecho, comprender la perennidad de la vida en el verdadero desierto. Además los ciclos biológicos están sujetos a las lluvias; después de las primeras lluvias las semillas germinan, las plántulas florecen y fructifican, estos ciclos son a menudo de 9 a 15 días para algunas de ellas. Las plantas perennes presentan verdaderas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para restituir a los largos periodos de sequías, las más adaptadas a las sequías son las xerófitas secas como la gobernadora (*Larrea tridentata*) o el ocotillo (*Fouquieria splendens*), pues presentan un acortamiento del ciclo de desarrollo debido a la reducción o supresión de las partes aéreas conservando únicamente las raíces, algunas plantas como el palo verde pierden sus hojas en el periodo seco, y la asimilación por la clorofila se efectúa en el tallo; las plantas suculentas están llenas de agua y solo pueden vivir en los semidesiertos (Grenot, 1983).

Desde sus inicios, la existencia de la raza humana ha dependido en gran medida del ecosistema en donde habitan, para cubrir sus necesidades básicas de alimento, vestido y vivienda; un recurso natural es cualquier cosa que se encuentra en la naturaleza en suficiente cantidad y de la que existe una demanda para ser utilizada en la obtención de esos bienes y servicios para las personas, como el sol, el agua, los combustibles fósiles; un recurso renovable es todo aquel recurso que es, o puede ser regenerado y si es bien cuidado no se agotará; como el suelo y los animales (Cabrerizo y Barrio, 2008); con ambos conceptos, tenemos entonces que, un recurso vegetal renovable es cualquier planta, árbol, hongo o alga, que con un buen manejo sustentable tendrá la capacidad de cubrir alguna de las necesidades del hombre sin que este se agote.

Por otro lado, la botánica económica es un área especializada de la botánica y se vale de ciencias como la Morfología, Anatomía Vegetal, Fisiología Vegetal, Evolución, Ecología, Ciencias de los Alimentos, Geología, Fitogeografía, Fitoquímica, Agronomía, para llevar a cabo sus objetivos, los cuales son: dar a conocer el cultivo, aprovechamiento, utilidad, los procesamientos e importancia histórica, de las especies vegetales, que de uno u otro modo son utilizadas por alguna comunidad humana, extraídas tanto de su medio como de cultivo, obteniendo una remuneración (Benavides, *et al.*, 2010).

El cultivo es una forma de tener a nuestra disposición de una forma más fácil todos los recursos tanto animales como vegetales y asegurar su perpetuidad; las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre son los criaderos extensivos e intensivos de fauna silvestre, los viveros e invernaderos, así como todas las alternativas viables que permitan la propagación de especies y la elaboración de productos y subproductos que puedan ser incorporados al mercado legal de la vida silvestre (Ruiz, 1997 y Rodríguez, 2003).

En las zonas áridas encontramos más de 2 000 especies de plantas, 1 000 de ellas endémicas y de esta vasta diversidad de plantas, el hombre tradicionalmente ha utilizado algunas por generaciones, en la actualidad muchos de sus usos se desconocen, así como la manera en que se manejan. Diversos productos se han explotado como por ejemplo: a partir del guayule (*Parthenium argentatum*) se extrae hule natural, cera a partir de la candelilla, fibra de la lechuguilla y de la palma samandoca (*Yucca carnerosana*), alcohol a partir de la fermentación del sotol (*Dasyilirion cedrosanum*), entre otros productos. Existen productos vegetales que se consumen ya sea como alimento, por ejemplo la tuna de *Opuntia streptacantha*, el nopal (*Opuntia spp.*), el mezquite (*Prosopis glandulosa*), la flor y el dátíl de *Yucca filifera* (Saeedi y Maldonado, 1982).

### **3. Marco Teórico**

En 1962 Borja analiza un poco de la ecología de la candelilla, lechuguilla, guayule, palma samandoca y la gobernadora en las zonas áridas de chihuahua, señalando el tipo de lugares donde se les encuentra, la densidad poblacional y superficie que ocupa cada especie, así como algunos aspectos históricos sobre el aprovechamiento de estas plantas.

Para el año 2000 Bernabé describe las principales asociaciones de plantas que existen en el desierto chihuahuense.

Granados y López en 2001 analizaron la ecología y los recursos bióticos de zonas áridas como el desierto Chihuahuense, describiendo la biología de algunas plantas usadas por los pobladores del desierto Chihuahuense, así como su manejo y aprovechamiento.

Durante el 2011 INFIPA SEMARNAT publicó un catálogo con la descripción, hábitat, uso, aprovechamiento, productividad, y comercialización de algunos recursos forestales no maderables de clima árido y semiárido, entre ellos la yuca, orégano, jojoba, lechuguilla, candelilla y el sotol.

En 2012 Granados *et al.*, realizó una recopilación de datos que da a conocer algunas especies de gran importancia en el desierto chihuahuense como lo son la gobernadora, yuca, cactáceas, sotol, lechuguilla, candelilla, orégano diversas especies de nopales y tunas, sus usos y como son usadas por los pobladores del desierto.

### ***Agave lechuguilla Torr.***

*Agave lechuguilla* Torr., también conocida como lechuguilla fue estudiada por Campos en 1961 en la revista *Tlatoani*, donde escribe: el uso de las fibras de lechuguilla data del año 1771 durante la colonia, para los años 30's la demanda alcanzada por la fibra de lechuguilla en el mercado internacional despertó la ambición de los coyotes dedicados al comercio de estas fibras, por lo que planearon el establecimiento de un monopolio, iniciando sus maniobras en el año de 1931, cuando Mr. Unsworth logró interesar a algunos políticos mexicanos en la organización de una institución que manejara la producción y comercio del ixtle. En esas condiciones se creó "La nacional Ixtlera", cuyas escrituras se registraron ante Notario el 24 de mayo de 1932, en la ciudad de Saltillo, Coahuila. La mayor parte de los intereses del monopolio quedaron en manos de los generales Cedillo y Carrera Torres, quienes obtuvieron del Gobierno Federal la protección fiscal, en forma de subsidio para que su organización evadiera los altos impuestos que fueron fijados para la exportación de la fibra. Controlando por esos medios el mercado exterior, estableció un sistema de esclavitud sobre los campesinos talladores, a quienes les pagaban a veinte centavos el kilo de ixtle, con la promesa, de distribuir anualmente las utilidades obtenidas (nunca se cumplió). Ante esa situación los ejidatarios productores de ixtle se organizaron para luchar por la desaparición del monopolio, y después de realizar una serie de congresos acordaron ir a la capital de la república, en caravana de hambre, a pedir al entonces Presidente, Gral. Lázaro Cárdenas, que se les hiciera justicia. El citado mandatario escuchó las peticiones de los ixtleros y por medio de un decreto ordenó la liquidación de la nacional Ixtlera y la organización de cooperativas de productores de fibra, que deberían formar parte de una Federación, que se organizó bajo el nombre de "La Forestal, F.C.L." Aparentemente se habían solucionado los problemas de los ejidatarios ixtleros, pero en realidad, desde el nacimiento de la Forestal se movieron intereses extraños a los trabajadores del campo, para frustrar su liberación y apoderarse del manejo de los organismos recientemente creados en beneficio personal. El resultado fue que la Federación de Cooperativas se manejara como un negocio particular, en donde los trabajadores solo reciben una pequeña parte del producto de su esfuerzo en tanto que la mayor parte de ese producto se gasta o se filtra de una manera inexplicable.

Valero en 1946 realizó un estudio en el desierto de Chihuahua en el cual describe el aprovechamiento e industrialización de la lechuguilla, la biología de la lechuguilla, sus zonas de distribución en el desierto chihuahuense, analiza la explotación forestal de la planta, da una descripción de la producción del ixtle y el rendimiento de la planta

En 1995 en la revista *Rescate Ecológico* sale una publicación de Gómez encabezada como "La lechuguilla" donde describe a la planta y su proceso de producción desde la recolección hasta la obtención de la fibra ixtle.

Conjuntando los datos obtenidos por Bernabé, 2000; SEMARNAT, 2011; Borja, 1962; Granados *et al.*, 2012; Granados y López, 2001; Valero, 1946; Campos, 1961 y Gómez, 1995, tenemos que la lechuguilla (Figura 1) es una especie de planta suculenta y fibrosa perteneciente a la familia de las agaváceas de color verde amarillento, de 25 y hasta 95 cm de alto, compuesta de una corona de 20 a 30 hojas, que están distribuidas formando una roseta. Sus hojas son fuertes, rígidas, pulposas y lanceoladas de 30 a 90cm de largo y de 2 a 5 cm de ancho, lineales o curvadas, cuando es joven con líneas delgadas cortas en la superficie interior, los márgenes tienen de 8 a 12 dientes curvados hacia debajo de color gris o café, de 4 a 7 mm de largo y separados a intervalos de 2 a 4 cm. Cada hoja cuenta con una espina terminal fuerte, endurecida y muy afilada de 2 a 3.5 cm de largo, que fácilmente pueden penetrar la ropa inclusive la piel; presentan un ensanchamiento basal llamado “concha”, terminan en un mucron bastante duro y agudo de color moreno, de 30 a 40 mm. En su tierna edad, todas las hojas forman un conjunto homogéneo más o menos del mismo tamaño, dado que unas recubren a otras (vernación imbricada); las más viejas a las más tiernas hasta formar un cono apretado comúnmente llamado “cogollo”. Dentro del cogollo se desarrolla el escapo floral (quiote o garrocha) que llega a medir 1 a 4.5 m de largo, con una panícula terminal, con las flores de tres en tres de 3 a 3.5 cm de largo y protegidas por vigorosas brácteas, ambas de color verde amarillento, con matiz rojizo; constan de un perianto (perigonio corolino) de seis piezas, segmentos del perianto lanceolado-oblongos u oblongos elípticos, de 1.7 a 1.9 cm de largo por 4.5 a 6 mm de ancho, ápices agudos y pilosos, márgenes membranosos especialmente en la serie interna; anteras linear oblongas, de 13 a 16 mm de longitud, amarillas; cápsula oblonga, oblongo elipsoide o piriforme, de 13 a 25 mm de longitud por 11 a 15 mm de diámetro, trilobada, aguda, seis estambres y ovario ínfero trilocular.

La floración y fructificación tiene lugar una vez en su vida entre los 6 y los 15 años de edad, posteriormente muere; si el cogollo es cortado periódicamente para que no desarrolle el escapo floral la planta puede vivir hasta 20 años. El fruto es una capsula tricarpelar de color café o negra de 1.5 a 5 cm de longitud por 1.2 a 3.5 cm de diámetro; oblonga, a menudo cilíndrica a obtusa triangular con numerosas semillas, planas y brillantes aunque son viables en número, la planta se reproduce asexualmente por hijuelos que brotan al pie de la planta, esta reproducción es muy rápida y con muy alta tasa de nacimientos por lo cual no requiere cuidados especiales. La propagación por semilla solo se logra de manera artificial, fuera de campo y bajo cuidados de vivero. El néctar de las flores es un gran nutriente en la dieta de insectos, murciélagos y algunas aves.

Las raíces también llamadas vulgarmente como amole son largas, y delgadas, son pivotantes aunque no muy marcado ya que a una edad avanzada de la planta engrosa tomando una forma cilíndrica, tiene una consistencia leñosa, cuya corteza obtiene unas arrugas transversales al eje de la propia raíz, características de la raíz principal, esta rara vez se bifurca, mide de 3 o 4 cm de

diámetro y de entre 12 a 20 cm de largo, de esta se derivan raíces algunas raíces secundarias muy pequeñas. El tallo es subterráneo y de color blanco por ausencia de clorofila y de corteza.



Figura 1. Lechuguilla (*Agave lechuguilla*)

La lechuguilla se desarrolla en los ecosistemas áridos y semiáridos principalmente en los desiertos de Chihuahua y Sonora. Se distribuye por los municipios de Escobedo, Juárez, Múzquiz y Saltillo en Coahuila; Nazas en Durango; Ahualulco, Matehuala, Cedral, Valle de Guadalupe, Real de Catorce y San Luis Potosí en el Estado de San Luis Potosí. La lechuguilla está registrada también para los estados de Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Tamaulipas y Zacatecas. Abarca 200 000 ha, que equivale a 10 % del territorio Nacional.

En zonas con temperaturas de entre -8 y 30 °C; en localidades sometidas a un régimen de lluvias errático y aleatorio (200 a 500 mm), la planta resiste inundaciones durante periodos muy largos, así como sequias de varios años; sus límites altitudinales van desde los 200 y los 2400 msnm.

Pertenece a una vegetación xerofita, principalmente en el matorral desértico rosetófilo y el matorral desértico micrófilo; y se distribuye por manchones de hasta 30000 plantas por hectárea. La lechuguilla forma parte del Matorral crasirosulifolio espinoso, el cual se establece cubriendo lomeríos y serranías calizas, en suelos con textura arenosa o areno-arcillosa. Prospera en suelos de laderas de origen aluvial, profundos y pedregosos, y también en fisuras entre rocas bien drenadas.

Los suelos donde crece con mayor rigor son los semidesérticos de climas templados, coluviales someros y pedregosos; Feozem, Leptosol, Xerosol, Yermosol, Rendzina, Vertisol, Castañozem, Sierozem o Desert; textura francoarenosa, franco-arcillosa; en sierras y lomeríos de origen calizo,

ligeramente alcalino, terrenos que se extienden por climas áridos con vegetación de estepas sedimentarias, es decir, mal poblados de pasto con matorral desértico disperso, dichos suelos cuentan con un 1 % de materia orgánica. Crece en suelos de diferentes espesores como son:

- Costras de 0 a 1 cm de espesor de color café grisácea de estructura vesicular fina.
- Suelos de 3 a 15 cm de profundidad con textura media ligeramente laminada, color café grisáceo a café amarillento.
- Suelos de 15 a 23 cm de profundidad con textura ligeramente más pesada con un horizonte compacto y terronado
- Suelos de 23 a 50 cm de profundidad con horizonte de acumulación caliza, con carbono de calcio en la parte más baja del perfil, a menudo se proyecta sobre la materia prima yeso blanco o rosado.
- Suelos de 50 cm a 1 m de profundidad con rocas madre redondas y con rocas cubiertas de carbonato de calcio

La lechuguilla forma la base de los matorrales rosetofilos y se encuentra asociada con la gobernadora (*Larrea tridentata*), el romerillo (*Porophyllum*), el mezquite (*Prosopis juliflora*).

De las bases de sus hojas se hacen cucharitas y artesanías. Además, esta planta almacena agua la cual es rica en sales y minerales, a menudo es vendida en México como una bebida deportiva, sin embargo la planta en sí misma es venenosa para el ganado (cabras y ovejas). Las raíces o amole se emplean como jabón en el lavado de vajillas, telas finas y para aseo personal del cabello. Los nativos habitantes del desierto Chihuahuense y Sonorense utilizan las fibras de las hojas suculentas del *Agave lechuguilla* para confeccionar cuerdas y tapetes, estas fibras son llamadas comúnmente "ixtle," o comercialmente llamadas "fibra Tampico".

### ***Euphorbia antisyphilitica* Zucc.**

*Euphorbia antisyphilitica* Zucc., también llamada candelilla fue estudiada por Maldonado (1979), él dice que los primeros pobladores indígenas deben ser acreditados como descubridores y usuarios de la candelilla, a la llegada de los españoles encontraron que los indígenas tenían varios usos para la candelilla; los individuos hervían los rayos en una paila primitiva y extraían la cera cruda, la cual usaban para proteger las cuerdas de sus arcos de los cambios del tiempo; también se cree que los indígenas la revolvían con colorantes que utilizaban para la pintura de paredes con propósito decorativos. Durante la Colonia, los españoles utilizaron la candelilla para sellar las hendiduras de las paredes de las viviendas, pero sobre todo para elaborar velas, de ahí el nombre de candelilla que significa “vela pequeña” o “velita”.

La primera nota a nivel científico sobre candelilla apareció en 1910 en una publicación anónima de la Royal Society of Arts de la Gran Bretaña, en la que se destacaban sus propiedades medicinales, en especial para el tratamiento de enfermedades venéreas. En 1905 Connek y Landers realizaron algunos trabajos sobre la composición, propiedades físicas y químicas de la cera.

La explotación de la candelilla se remonta a principios del siglo pasado, en el año de 1910 en Nuevo México se practicó a nivel piloto la extracción de cera por medio de agua caliente, en nuestro país se inició en 1913 cuando se establecieron en Monterrey y Torreón; las industrias extractivas, estas empleaban vapor de agua para la disolución de la cera. En 1914 los señores Borrego y Flores diseñaron una manera de extraer la cera por medio de la inmersión de la planta en agua hirviendo, a la que se le agregó un 8% de ácido sulfúrico, en base al peso en verde de la planta. Durante todos los años transcurridos, la tecnología básica se ha mantenido sin variaciones importantes; sin embargo, últimamente se han intensificado las investigaciones encaminadas a lograr métodos más eficientes de extracción, empleando ácido nítrico, detergentes, centrifugación, alcohol etílico y solventes; aunque estos últimos arrastran elevadas proporciones de resinas y pigmentos (Maldonado, 1979).

Robles (1991) señala que para 1936 un grupo de productores controlaban aproximadamente el 80% de la producción total, organizaron la Unión de Crédito de Productores de la Cera de Candelilla, con el propósito de venderla colectivamente, eliminando a los intermediarios extranjeros y en general mejorando la condición de los extractores. En 1937 el Banco Nacional de Comercio Exterior intervino estructurando el reglamento con un consecuente subsidio del Gobierno Federal. En 1938 se ajustó el programa de impuesto con el precio real del mercado, con el fin de que el valor de la cera estuviera de acuerdo con el mercado; posteriormente se formó la organización denominada Cera de Candelilla, S. de R.L. de I. P. y C.V. la cual reunía y refinaba la cera, por su parte el Bando Nacional de Comercio Exterior controlaba la comercialización y últimamente el Fondo de Fomento Candelillero.

Durante la Segunda Guerra Mundial, se incrementó la demanda de cera por su uso para impermeabilizar y proteger de los mosquitos las telas de las tiendas de campaña, así como para cubrir y prevenir el deterioro de algunas partes de los aviones y para la fabricación de explosivos (Rojas, *et al.*, 2011).

El 23 de julio de 1954 por decreto presidencial y publicado en el Diario Oficial de la Federación se facultó a la Secretaría de Agricultura y Ganadería para que, tratándose de ejidatarios y pequeños propietarios que carecían de otra fuente de ingresos, se les permitiera el aprovechamiento de la candelilla, siempre y cuando la trabajaran directamente, con esto se beneficiaron alrededor de 260 ejidos y 8 500 campesinos de zonas áridas (Maldonado, 1979).

En los 70's y 80's el estado de Coahuila creó y organizó el Fideicomiso de la Cera de Candelilla (FIDECAN), organismo paraestatal que únicamente se aprovechó del trabajo del campesino y de la riqueza que poseía esa planta pagaban a cuatro o cinco pesos el kilogramo de cera. El procesamiento y comercialización de la cera de candelilla, hasta 1992, estuvieron a cargo del Banco Nacional de Crédito Rural por medio de este fideicomiso; sin embargo ese año, el Poder Ejecutivo lo desapareció y transfirió sus funciones a una empresa denominada Ceras Naturales Mexicanas, S.A. de C.V. (CENAMEX), sociedad mercantil conformada con capital ciento por ciento mexicano y cuyos accionistas eran los seis mil candelilleros del país, representados por 300 grupos. En torno a la nueva empresa Ceras Nacionales Mexicanas (CENAMEX) se forman 307 ejidos, agrupados en 92 organismos que agrupan a 4 mil 500 productores. Para el final del siglo XX se dedicaban al aprovechamiento de la hierba candelillera 183 ejidos, en 30 municipios, con 3,507 productores que dependen de los ingresos obtenidos en la producción de cerote para mantener a sus familias (Rojas, *et al.*, 2011).

Para el año 1945 Alarcón realiza un estudio en el estado de chihuahua donde describe a la planta de candelilla, así como su explotación, industrialización, importancia económica en el estado, además da un plan de conservación para los productores de cera de candelilla para el manejo sustentable de la misma.

Del Campo en 1986, realizó un estudio donde describe el uso que tiene la planta de la candelilla, la comercialización que le dan a los productos obtenidos, tocando estos puntos desde un enfoque agronómico, industrial, económico y social.

Para el año 2010 Ochoa *et al.*, describieron el modo de recolección de la planta de candelilla y la forma extracción de la cera.

Con los resultados obtenidos de nuestros antecedentes Bernabé, 2000; SEMARNAT, 2011; Borja, 1962; Granados *et al.*, 2012; Granados y López, 2001; Alarcón, 1945; Del Campo, 1986; y Ochoa, *et al.*, 2010, podemos decir que la candelilla (Figura 2) es una planta subarborescente perenne de 80 a 110 cm de alto, su nombre significa “pequeña vela”.

Cuenta con dos tipos de tallos:

- Tallos aéreos numerosos, largos, delgados y flexibles, cuando la planta es tierna de color verde oscuro, y cuando madura es color verde grisáceo ya que producen una gruesa capa de cera en el tallo y hojas. La planta cerosa es el resultado de secreciones epidérmicas, las cuales forman una capa superficial impermeable al paso del agua. Esta capa ayuda a las plantas a resistir periodos largos de sequía, deteniendo la transpiración excesiva y conservando una temperatura interna adecuada para su subsistencia. Los rebrotes de tallo son de color verde pálido con tintes rojizos en algunas partes; mientras que las “varas” maduras son verdes más oscuro.
- Un tallo principal subterráneo y procumbente, cilíndrico y grueso, generalmente de color blanco por ausencia de clorofila, aunque también produce cera, se encuentra en menor cantidad, desprovisto del polvillo granulento y ceroso que protege al tallo aéreo de la desecación ya que no se encuentra en contacto con el sol, en su extremo inferior cuenta con una gran cantidad de raicillas adventicias que nacen por grupos en diferentes partes. Al igual que el tallo aéreo, este tallo subterráneo no emite ramificaciones.

Solo el tallo aéreo presenta hojas sésiles, pequeñas de 2 cm de longitud x 2 mm de ancho, las que se ubican en el extremo distal del tallo (2 o 3) son de color verde, las demás de color rojizo, carnosas, por la forma del limbo son lanceoladas o lineares, caedizas la mayor parte del año (la fotosíntesis se lleva a cabo en los tallos) por lo que pocas veces se observan. En las axilas de las hojas están las yemas florales de color rojizo.

La raíz está formada por un cepellón de consistencia semileñosa constituida por los tallos subterráneos, la raíz principal con las raíces adventicias. Esta raíz principal es pivotante y napiforme.

Se reproduce por semillas y también vegetativamente. Las inflorescencias son un conjunto de flores de 5mm y de ambos sexos dentro de estructuras en forma de copas llamadas ciatos, aparecen cerca de los nudos, la floración se da en la primera quincena de abril anticipándose o retardándose, según lo permita la humedad almacenada durante el invierno anterior, cuando la planta cuenta con suficiente humedad se anticipa a estas fechas y la coloración de las flores es

rosa pálido, cuando la planta no cuenta con la suficiente humedad la flor se retarda y es de color rosa oscuro.

El fruto es una cápsula con pedicelo de 1 cm de longitud o menos, rígida y recurvada. Las semillas son pequeñas de color café claro, variando su forma entre la elíptica y la ovoide, con 3-4 ángulos y sus extremos achatados. Cuando están secas presentan una superficie granulosa.

La candelilla crece en las zonas áridas de México, sobre todo en las partes más secas del desierto Chihuahuense, en los municipios de Castaños, General Cepeda, Ramos Arizpe, Saltillo y San Pedro en el estado de Coahuila; Nazas en Durango; Tehuacan en Puebla; Cedral, Guadalcázar, Matehuala y Villa Guadalupe en el estado de San Luis Potosí; Miquihuana en Tamaulipas. La candelilla está registrada también para Chihuahua, Nuevo León y Zacatecas.



Figura 2. Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*)

Prospera en climas del tipo BW (muy secos con lluvias en verano), con precipitación promedio de 120 a 200 mm; temperatura media anual de 18 a 22 °C; resiste temperaturas máximas de 47 °C y mínimas de -14 °C. Se distribuye en un rango altitudinal fluctúa de 250 a 1 400 msnm.

El tipo de vegetación en el que se le puede encontrar corresponde al matorral crasirosulifolio espinoso y en el matorral inerme parvifolio. En suelos calcáreos, de origen coluvial, someros

(menos de 25 cm), textura fresca arenosa con pedregosidad y un pH de 7 a 7.4. Se asocia comúnmente con lechuguilla, guapilla, nopales, biznagas, yuca y sotol.

El látex de la candelilla sirve además para tratar la sífilis. La cera de candelilla representa uno de los productos naturales más apreciados en diferentes industrias, desde la cosmética hasta la electrónica, por sus características únicas de alta calidad, como el color amarillo transparente, la mayor dureza frente a otras ceras naturales, así como el brillo y la fácil digestión, además de no ser tóxica. Su alto punto de fundición (77.4 °C) y su bajo índice de contracción le permiten funcionar con eficiencia en el proceso de moldeo de precisión o cera perdida. Muchos habitantes de las zonas desérticas de México dependen de la producción de candelilla, para algunos es el único modo de subsistencia.

### ***Dasyliirion cedrosanum* Zucc.**

*Dasyliirion cedrosanum* Zucc., o sotol, fue estudiado por Rivera en 1987, cuando analizó del aprovechamiento de la candelilla, el orégano y sotol en la comarca lagunera, por su parte Castro (1992) analizó los métodos de aprovechamiento de *Dasyliirion spp.* en Cuernavaca, Dgo., además ambos describió un poco de la biología del género.

Castro escribe en el 2010 que la palabra Sotol procede del vocablo náhuatl “tzotollín”, que fue derivando en “zotolli”, “zotolla”, “zotolin”, “zotol”, y finalmente se castellanizó a “sotol” que quiere decir palma del desierto (*Yucca septemtrionalis*), su nombre proviene, entonces, de su parecido a la Yucca.

Se puede sugerir que el uso del sotol como bebida alcohólica llegó al norte desde mesoamérica. Los pueblos del sur aprendieron en algún momento de su historia que cuando se asaban las plantas del sotol y se les dejaba varios días reposando, se producía un jugo de sabor dulce y embriagador. Más adelante, cuando se establecieron las culturas agrícolas, la fermentación de éste se convirtió, junto con la fermentación del maíz (tesgüino), en una práctica cotidiana muy relacionada con los rituales religiosos. Este conocimiento llegó al norte y se expandió entre los pueblos agrícolas, en el sitio arqueológico de Paquimé se descubrieron hace varios años los hoyos que se utilizaban como estufas para quemar las cabezas del sotol (Vargas, 2008).

López en el 2005 asegura que existen evidencias arqueológicas que demuestran que culturas indígenas como los papagos, kikapoos y zunis empleaban las piñas del sotol como alimento. Primero eran cocidas y luego se pasaban a pozos con piedras calientes a manera de tatema para preparar panes y tortillas. Estas costumbres también se ubican entre los nómadas del mezquite, en la región del río Pecos hacia el 5000 a.C., quienes además utilizaban el sotol como materia prima para elaborar sandalias y canastas. Se han encontrado restos de plantas en la cueva de la Olla, en el municipio de Madera, cuya antigüedad data de la fase llamada Buena Fe, que va del 1060 a 1205 a.C.

En el estado de Zacatecas, la planta de sotol fue usada por las tribus irritilas y guachichiles que habitaron los montes semidesérticos de Mazapil, como alimento, en rituales, ceremonias religiosas y en fiestas llamadas mitotes (Robles *et al.*, 2002).

Castro (2010) añade que actualmente, los grupos indígenas de la Sierra Tarahumara utilizan las hojas del sereque para hacer cestería, raspando previamente las espinas, tejen repositorios ornamentales para su venta en el mercado turístico. Durante la época porfirista las familias ricas acostumbraban los vinos nacionales y extranjeros, incluso el cognac y los brandis que provenían

de Francia, mientras que la gente pobre de las ciudades, los peones de las haciendas y los rancheros consumían sotol.

En 1907, cuando la población de la república era de trescientos veinticinco mil habitantes y la de Chihuahua de treinta mil, en las estadísticas publicadas ese año por José María Ponce de León, aparece el dato de que en 1905, estaban registradas 32 vinatas de mezcal, sotol o lechuguilla en todo el estado; en estas vinatas se destilaban 172,752 litros anuales, que representaban un ingreso de cuarenta y un mil cuatrocientos pesos, un poco más de lo que se obtenía con el producto de todas las curtidurías en el estado. Estas estadísticas no incluían las vinatas pequeñas de los ranchos ni de las haciendas más apartadas, de manera que la producción real era mucho más elevada, cuando menos del doble, considerando la suma total se puede sugerir que el promedio en el consumo anual de sotol era de un litro por persona. Años después, en el Boletín estadístico del estado de Chihuahua, publicado por Manuel Aguilar Sáenz en 1927, aparece la información de la producción general de sotol. De los sesenta y seis municipios sólo se registra producción en veinte, de los cuales se informa la producción en litros de la mitad, con una cantidad total de noventa mil litros, y de los otros diez municipios sólo se informa el número de vinatas, que suman veintiuno en total. Los principales municipios productores eran: Madera, con treinta y cinco mil litros; Chínipas, veintidós mil litros; Jiménez, diecisiete mil litros; y Moris, doce mil litros. Por número de vinatas, los más importantes son: Aldama, con seis vinatas; Guadalupe, con cuatro vinatas; y Julimes, con cuatro vinatas. Curiosamente, de Coyame se escribe que es el principal productor de sotol, pero no aparece ni la cantidad en litros ni el número de vinatas. Un año después se publicó el Directorio General del Estado de Chihuahua 1927-1928, preparado por Manuel Barrios y Armando Gil, no apareció allí la información en detalle, sin embargo se indica que la producción de sotol fue de doscientos ochenta y cuatro mil kilos (Vargas, 2008).

Con el paso del tiempo, el propósito de su uso no ha cambiado mucho: se emplea como alimento humano y para el ganado, en la construcción de casas, con fines religiosos, medicinales y espirituales, así como en la elaboración de bebidas alcohólicas (Castro, 2010).

En 1994 se creó la NOM-159-SCFI-2004 (DOF, 2004; mencionado por Olivas, *et al.*, 2010), y con ella se incrementó la producción y comercialización de sotol. Asimismo, se creó el Consejo Mexicano del Sotol, A.C. en el año 2006, el cual agrupa alrededor de 128 socios. El ingreso por ventas de sotol en el año 2005 era de alrededor de 19.5 millones de pesos, mientras que para el año 2008, se registraron 58.2 millones de pesos producto de esta industria, esto, representa un incremento de más del 300% (Olivas, *et al.*, 2010).

En los últimos tiempos se viene hablando mucho de la producción del sotol como una de las alternativas para las zonas áridas del estado; durante el gobierno de Patricio Martínez se logró que

los estados de Durango, Coahuila y Chihuahua obtuvieran la certificación de origen, que es como la patente que los protege, se hizo mucho ruido en el sentido de que se iba a promover la producción y esas cosas pero no pasaron de buenas intenciones. En el actual gobierno se han formado agrupaciones de productores, desde varias instituciones se presentan proyectos, pero ningún proyecto desarrolló de la producción de sotol sustentable, nadie establece como condición fundamental la siembra extensiva de la planta en las mismas tierras donde tradicionalmente creció y se desarrolló en forma natural.

Las zonas naturales productoras de la planta de sotol están abatidas ya no se consigue la planta y cada vez los productores tienen que ir más lejos y a pesar de que todos saben que Chihuahua es un estado deforestado tal parece que nadie hace nada y no se aplica ningún programa emergente de control. Existe una norma que establece dejar cuando menos el 20% de las plantas y no cortar las más pequeñas, eso nadie lo respeta y nadie lo controla.

Las empresas que actualmente se dedican a la producción van a encontrar cada vez más problemas para adquirir la planta, y no podemos imaginarnos cómo es que se quiere introducir a los mercados internacionales, cuando ni siquiera se tiene garantizado el abasto para el mercado local durante los próximos años (Vargas, 2008).

Sobre los usos del sotol no existen muchos antecedentes sin embargo Robles y España en 2008 dieron a conocer la distribución y abundancia de las poblaciones naturales de sotol en el ejido El Jazmín, municipio de Mazapil, Zacatecas, encontrando que el sotol ocupa aproximadamente el 23.4% de la superficie del ejido, y que se encuentra en mayor abundancia en lugares con altitud menor sobre terrenos suaves.

Conjuntando los datos obtenidos por Rivera, 1987; Castro, 1992; Bernabé, 2000; SEMARNAT, 2011; Granados *et al.*, 2012; Granados y López, 2001 y Robles y España, 2008, encontramos que el sotol (Figura 3) es una planta perenne arbustiva de tronco cilíndrico leñoso de hasta 3 m de alto. Hojas persistentes agrupadas en rosetas densas, fibrosas, angostas, de 30 a 170 cm de largo x 0.5 a 5 cm de ancho; la base se ensancha traslapándose entre sí, sus máximas dimensiones son de 11 cm de ancho x 20 cm de largo, márgenes con espinas de 1 a 3 mm de largo, curvadas, antrorsas o retrorsas, raramente. Sus flores son dioicas, el borde de 2.74 y 4.57 cm de altura, nacen de una panícula en forma de pico de 90.96 a 91.44 cm de largo, las brácteas florales ampliamente ovaladas y dentadas como sierras. El perianto de 0.096 a 0.37 cm de largo, cada segmento de color blanco o verde, abovedados u obtusos de márgenes alentados, cuentan con seis estambres, estilo corto, y tres estigmas. Su fruto es una capsula de pedúnculos cortos, miden de 0.424 a 0.635 cm de ancho y de 0.635 a 0.846 cm de largo, de tres lados con tres alas elípticas, unicelular, sus semillas de forma triangular. Es una planta policárpica, la reproducción de esta

planta es por semillas, aunque también produce vástagos a partir de la cauda, que es la región de la base del tallo. La floración aparentemente se asocia con los patrones de precipitación, la captación por parte de la planta durante la época de lluvias o la cantidad recibida en años anteriores; en consecuencia la formación de flores ocurre en una parte de los individuos que integran la población total, y varía entre regiones de un año a otro. En general se presenta de mayo a julio. Los frutos maduran hacia el mes de agosto.



Figura 3. Sotol (*Dasylirion cedrosanum*)

El sotol se desarrolla en lugares desérticos y semidesérticos, es una especie propia del matorral rosetófilo espinoso, tipo de vegetación característico del Desierto Chihuahuense; en donde puede formar masas puras o integrarse al matorral. Se distribuye de manera importante dentro de la zona fisiográfica del Altiplano Mexicano, en un intervalo altitudinal que varía de 1 000 a 2 000 msnm, entre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental, cubre amplias extensiones de esta última.

Se distribuye en los municipios de Chihuahua, en Coyame, Janos, General Trías, Madera, Manuel Benavides, Buenaventura, Jiménez y Dr. Belisario Domínguez, en el estado de Chihuahua; Ocampo, Parras y Saltillo, en Coahuila; Durango, Hidalgo y Peñón Blanco, en Durango; Tepotzotlán en Estado de México; Ixmiquilpan, Pachuca, de Soto, Tasquillo y Tepeapulco, en Hidalgo; Bolaños en Jalisco; Concepción Buenavista y San Mateo Tlapilcteppec, en Oaxaca; Tehuacan, en el estado de Puebla; Cedral, Coxcatlán, Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí y Villa de Arriaga, en San Luis Potosí; Concepción de Oro, Pinos, Sombrerete, Valparaíso y Mazapil, en Zacatecas. El sotol está registrado también para Aguascalientes, Nuevo León, Querétaro, Tamaulipas y Veracruz.

Se asocia con *Agave lechuguilla*, *Nolina spp.* y *Juniperus sp.*

El sotol es empleada como forraje para el ganado, en tiempos de escases muy aguda como alimento humano, con las hojas se elaboran varios utensilios domésticos, tales como tapetes y canastas, algunos adornos para diversas fiestas religiosas, en algunas comunidades los escapos florales son usados en la construcción de cercos, de manera ocasional las hojas también se ocupan para la elaboración de techos en pequeñas viviendas, de él se extrae inulina (azúcar), valiosa en la industria farmacéutica para medir el índice de filtración glomerular, proporciona información excelente acerca del volumen sanguíneo que atraviesa los glomérulos del riñón y de su capacidad funcional. Además se usa como materia prima para la elaboración de la bebida alcohólica llamada sotol.

## **UMA**

La Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en respuesta a la necesidad de salvaguardar los recursos naturales del país, desarrolla el Programa "Conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural", con el cual se pretende la conservación y recuperación de especies prioritarias a través de proyectos individualizados para un conjunto de plantas y animales seleccionado por ostentar en una categoría de riesgo reconocida internacionalmente, por la facilidad de recuperarlas y manejarlas, por producir un efecto de protección indirecta que permita conservar a otras especies y a su hábitat, por ser especies carismáticas o tener un alto grado de interés cultural o económico.

En una segunda estrategia se proyecta en el sistema de unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (SUMA), el cual estará constituido por propiedades o conjuntos de propiedades privadas, ejidales o comunales o bien empresas sujetas a registro, manejo de hábitat y certificación del producto. Bajo este enfoque se pretende la conservación y el aprovechamiento, dada la gran atención que se emplea en el manejo adecuado del hábitat, funciona como elemento complementario al sistema nacional de áreas naturales protegidas. Así el objetivo general que prosigue es: Conservar la biodiversidad de México y aprovechar oportunidades de diversificación económica para el sector rural (SEMARNAP, 1997).

#### **4. Justificación**

Debido a factores de nutrición, incremento de la población y económicos, se hace necesario el conocimiento científico de especies vegetales tanto cultivadas como silvestres, que mediante un buen manejo permitan una administración ambiental, aprovechamiento y producción de materia prima para uso farmacéutico, industrial, textil, alimenticio, entre otros (Benavides *et al.*, 2010); además la calidad de vida en el mundo rural es cada días más crítica, por falta de empleos y oportunidades de desarrollo (López, 2005), en el Desierto Chihuahuense el hombre ha utilizado algunas plantas por generaciones pero en la actualidad muchos de sus usos y procesamientos se desconocen, además para algunos hombres del desierto donde es difícil encontrar fuentes de ingresos, el aprovechamiento de alguna planta como la lechuguilla, el sotol y la candelilla, es el único modo de sostener a su familia (Saeedi y Maldonado, 1982), por tal es aun más necesario conocer, dar a conocer y tratar de mejorar los procesos que conllevan la explotación de estas plantas en esta región, así como su cultivo, para que así se tenga un mejor aprovechamiento, una mayor remuneración por el esfuerzo y una mejor calidad de vida de los explotadores de estos recursos y los que deseen explotarlo.

## 5. Objetivos

### Objetivo general

- ❖ Estructurar el conocimiento actual del manejo de *Agave lechuguilla* Torr., *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. y *Dasyllirion cedrosanum* Zucc. en algunas comunidades del desierto Chihuahuense.

### Objetivos particulares

- Compilar las formas tradicionales de aprovechamiento del recurso por los habitantes de la región.
- Estimar el valor de uso de las tres plantas.
- Planear estrategias de mejora en algunos pasos los procesos de producción de los recursos

## 6. Área de Estudio

### Desierto Chihuahuense

#### Caracterización General

El desierto Chihuahuense se extiende desde los 35° latitud norte, hacia el sur a través del trópico de cáncer hasta los 22° latitud norte, los límites longitudinales se colocan aproximadamente en el meridiano 101 en el extremo este y en el meridiano 108 en el oeste. Abarca un área de 630 000 km<sup>2</sup>, del sur de los Estados Unidos hasta el centro de México, en nuestro país se extiende por los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, una pequeña parte de Sonora, Tamaulipas, Aguascalientes, Jalisco, Hidalgo y Querétaro, en Estados Unidos comprende los estados de Texas y Nuevo México, además existe una barrera natural con componentes bióticos significativos que se extienden desde el sureste de Arizona al extremo noreste de Sonora y otro que da lugar a las comunidades en los estados de Aguascalientes, Hidalgo y Querétaro (Figura 4). Si marcamos una diagonal desde el extremo noreste del desierto en Albuquerque, Nuevo México, al extremo sureste en San Luis Potosí, esta línea se extiende por 1 700 km (Bernabé, 2000. Mencionado por Granados *et al.*, 2012). La parte más ancha del desierto se encuentra en los Estados Unidos y constituye una franja de 500 km, además con la adición de la barrera natural se tendrían otros 200 km. Gran parte de la zona sur mantiene un promedio de 300 km de anchura (Morafka, 1977. Mencionado por Granados *et al.*, 2012).

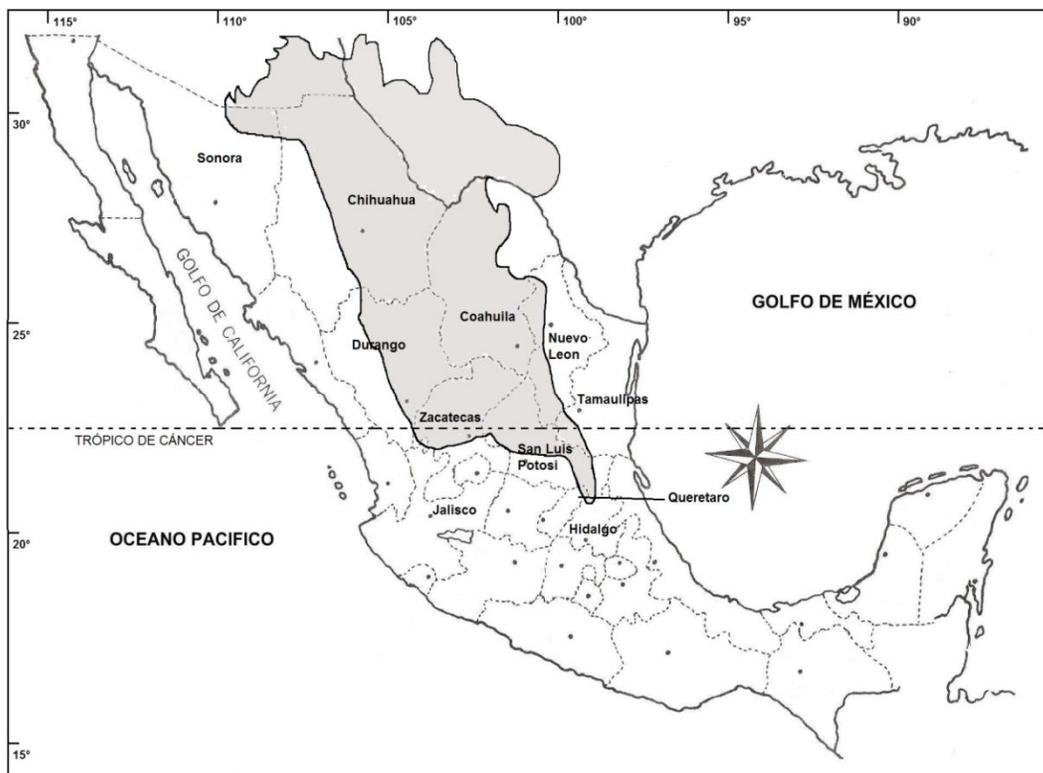


Figura 4. Extensiones del desierto Chihuahuense (Modificación del mapa de Bernabé, 2000)

## **Topografía**

Fisionómicamente el desierto es una meseta entre dos macizos montañosos de México, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, ambas con elevaciones superiores a las 3 000 y hasta 4 000 msnm, que sirven de barrera contra las masas de aire, y evitan la erosión hacia los océanos ocasionada por drenaje.

El desierto Chihuahuense se encuentra situado en una meseta inclinada ascendente a lo largo del extremo sur y la periferia del extremo norte y que decae en la zona continental entre el drenaje del Río Grande en Nuevo México, Estados Unidos, y en la planicie costera del norte de América. El drenaje del Río Grande ha disminuido los bolsones anteriores del nordeste del desierto hasta una elevación de 500 msnm. La mayor parte de la zona nordeste y central alcanza una altura entre los 1 000 msnm y cercana a los 1 500 msnm. Al sur del bolsón de Parras del sureste de Coahuila el ascenso desde los pisos del valle alcanza una elevación que va de los 1 500 a 1 800 msnm.

La mayor parte del desierto está encapsulada por pendientes de mayor altura y cordilleras raramente delimitadas por una elevación inferior mínima. Sin embargo, a lo largo del extremo este de la Sierra Madre Oriental y su zona plegada derivada en Coahuila produce hondadas desde la meseta central hasta la planicie del Golfo de México en Tamaulipas. Los cerros dentro del desierto generalmente alcanzan altitudes que van desde los 500 a los 1 000 msnm, llegando a formar parte de cordilleras que van desde los 2 000 a los 3 000 m.

La topografía de esta región cuenta con un panorama cárstico, un plano de calizas ahora empobrecido de agua, desprovisto de canales de corrientes estables, lagos, drenaje externo; pero dotado más bien de cavernas, manantiales, bloques de montañas, bolsones, mesas, dunas, y lagos efímeros, drenaje interno.

Esta meseta de la región árida se designa como la meseta norte o Altiplanicie Septentrional, que abarca cerca de 2 500 km desde la disyunción que emerge con las montañas rocosas del norte de Texas, Arizona y Nuevo México y en el extremo sur del Istmo de Tehuantepec.

## **Hidrología**

La hidrología actual del desierto Chihuahuense es una continuación de patrones establecidos probablemente en el periodo terciario tardío y modificado recientemente por perturbaciones regionales en el volumen de agua en los cauces (Bernabé, 2000. Mencionado por Granados *et al.*, 2012).

Existen tres grandes regiones hidrológicas, la unidad más hacia el norte es la barrera natural Cochise, es el único componente de Chihuahua en la parte oeste y drena en el Golfo de California.

El drenaje local en estas regiones, también incluye cuencas cerradas que alimentan lagos efímeros locales y planicies alcalinas. La región Trans-pecos contiene un sistema hidrológico centrado en el cauce del Río Bravo, este río dominante recorre el noreste de la República hacia el Golfo de México, primero a través del Desierto Chihuahuense y finalmente la planicie costera del golfo hasta desembocar al mar, este tiene su origen a 400 msnm, en las montañas de Colorado. El cauce de este río es continuo y drena una cuenca de 472 000 km<sup>2</sup> y tiene una descarga anual de 1 213 511 000 m<sup>3</sup>.

En la altiplanicie mexicana y la costa del golfo, de julio a septiembre el Río Conchos es el tributario más importante del Río Bravo. Es alimentado por la Sierra Madre Occidental incluyendo escurrimientos de primavera y verano que aportan un 18 % de la descarga total del Río Bravo.

El Bolsón de Mapimí es esencialmente un sistema de drenaje interno en la parte central del desierto. El drenaje externo se confina hacia la periferia este en el Río Salado y Sabinas y ahora incluye el canal que drena la cuenca de Cuatro Ciénegas. Los otros drenajes internos del Bolsón de Mapimí, son "las Palomas", encontrados alrededor de la playa salina, en "la Laguna del Rey", al sureste de Coahuila y la cuenca de Cuatro Ciénegas. Al sur de la región hay tierras residuales de origen clástico referentes al salado. Excepto por los arroyos periféricos de los cauces Cruces y San Alto del Río Aguanaval (West, 1964. Mencionado por Granados *et al.*, 2012).

### **Clima**

Según los criterios geográfico-climáticos de Holdrige (1967) el desierto de Chihuahua cuenta con desierto matorral xerófilo, cálido de transición templada a tropical. Según la clasificación de Köeppen (1948) corresponde a un desierto cálido, tiene un clima cálido con una estación seca de invierno; y con esta misma clasificación se encuentra un clima Cf y Cw, en los bosques caducifolios; los climas varían desde Cw, Bs, BSkw, en las zonas de pastizal; hasta los Bw en la región de Matehuala. Y de acuerdo con Thornthwaite (1931) presenta un clima templado muy seco e invierno medio.

El desierto Chihuahuense se encuentra esencialmente en la misma posición climática como geográfica bordeando entre la región tropical y templada. El promedio anual de temperaturas es de 18.6° C con un promedio de estación que va desde 14 a 23° C aproximadamente. Solo pocas estaciones han registrado temperaturas extremas superiores a 50° C y menores a -15° C. Aún las temperaturas son consideradas similares en toda la zona, las temperaturas anuales y mensuales más altas, así como las estaciones más largas, libres de heladas se presentan en las localidades más bajas, tanto en altura como en latitud. La precipitación pluvial va de los 70 a 500 mm de las cuales el 70 u 80 % caen de mediados de junio a mediados de septiembre (García, 1986. Mencionado por Granados *et al.*, 2012).

## Geología y Edafología

La historia geomórfica data, para el mayor bloque montañoso, del Terciario medio y está formado especialmente por riolita y andesita. En general, el desierto Chihuahuense está dominado por procesos de calcificación. Los sirozem del desierto se hallan localmente completados por suelos halomórficos que están caracterizados por los suelos solonchac, solonetz y soloth en orden progresivo de acuerdo al grado de lixiviación de sales.

En el resto de la superficie del desierto se presentan los suelos azonales. En esta categoría los suelos aluviales tienen como principales agregados, compuestos de grava provenientes de abanicos y bajadas de las cuencas y bolsones desérticos. Los regosoles están representados por estructuras formadas por el viento llamadas dunas de arena constituidas por materiales de sílice o yeso, encontradas en dos terceras partes del norte del desierto. Los litosoles están confinados a afloramientos de material extrusivo volcánico y a pendientes expuestas de estepa donde la gravedad y el clima inhiben la formación de suelos maduros y profundos.

## Vegetación

Las formas de vida características del desierto Chihuahuense son las arbustivas y subarbustiva, las formas arbóreas generalmente son escasas y están confinados a la cercanía de fuentes de agua o pendientes rocosas, las especies de tallos suculentos son abundantes pero no conspicuas. No hay especies herbáceas invernales, ni germinación, ni floración en el invierno, aunque muchas plantas conservan completa o parcialmente sus hojas durante los meses fríos del invierno. Las familias Fabaceae y Asteraceae son las más ricas en especies.

Desde la región de las dunas en el norte de Chihuahua hacia el oriente en el Río Conchos, hay un paisaje uniforme y monótono de *Larrea tridentata*, a veces codominado por *Flourensia cernua* y *Acacia neovernicosa* con presencia de arboles bajos de *Prosopis glandulosa* var. *Terreyana* (mezquite) y de la especie sin hojas y tallo verde *Koeberlinia spinosa*. A lo largo de los pequeños arroyuelos se observa un ligero incremento en la densidad de especies de *Acacia berlandieri*, *Prosopis glandulosa* y *Condalia warnockii* pero ningún incremento significativo en su altura. En los escurrimientos temporales que forman arroyos más grandes, se presentan también especies más grandes de *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Berberis trifoliata*, *Celtis pallida*, *Chilopsis linearis*, *Porlieria angustifolia* y *Rhus choriophylla*. Al oriente del Río Conchos, los pastizales ocupan un área en gradiente hacia las serranías y pequeñas montañas; la altitud de las planicies intermontanas alcanza los 1 500 msnm, en estas zonas se da de manera irregular los pastizales y matorrales de encino. En el norte de Chihuahua hay planicies extensas cubiertas por pastizales donde domina la especie perenne *Hilaria mutica*, que se desarrolla en matas contiguas o cerradas y en el suelo profundo y fino de las cuencas cerradas (bolsones), en los cuales el drenaje es insuficiente para el desarrollo de un lago seco alcalino. Los llanos son registrados como pastizales

de desierto edáfico y no parte de la formación del pastizal climático de las grandes planicies. Alrededor de los llanos se encuentran invariablemente muchas pendientes de escurrimiento, cubiertas con especies típicas del desierto como *Acacia neovernicosa* y *Larrea tridentata*, además de numerosas cactáceas.

Las áreas de rocas calizas, escarpadas, redondeadas o irregulares, en el norte de Coahuila soportan especies de *Fouquereira splendens*, *Agave lechugilla*, *Yucca spp.* y *Hechtia spp.*, junto con *Euphorbia antisyphilitica* y *Jatropha dioica*. La altiplanicie sur de Coahuila, hay una importante demarcación biológica formada por una serie de montañas orientadas de este a oeste, incluyendo la Sierra de Parras y la Sierra Jimulco.

En las zona más árida, que se encuentran al sureste del desierto Chihuahuense, en el norte de San Luis Potosí, la precipitación anual es de sólo 200mm. En la región conocida como Valle del Salado, se presentan cuencas sin drenaje de salida y como consecuencia los suelos son muy alcalinos o presentan alto contenido de yeso. La mayor parte de la superficie está cubierta con matorrales de *Larrea tridentata*, en ocasiones codominada con *Flourensia cernua* en los sitios más húmedos. Los sitios con alto contenido de yeso están ocupados por *Prosopis glandulosa* y *Atriplex canescens*.

La orientación de las montañas es muy importante: en algunas el lado sur de la cumbre posee vegetación boscosa; mientras que otras, situadas a sólo cientos de metros de distancia, en el lado norte poseen bosques.

En el Desierto de Chihuahua las principales asociaciones vegetales son: el Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo, Matorral Crassicaule, Mesquite opuntia pastizal, Asociaciones de Halófitas, Vegetación de suelos yesosos, Chaparral, Bosque de piñonero-enebro, Bosque aculiescumifolio, Bosque de coníferas, Bosque de oyamel, Vegetación ribereña; dentro de esta vasta gama de asociaciones vegetales solo describiré las catalogadas como importantes en este trabajo basado en la existencia de alguna de las especies vegetales estudiadas en el presente trabajo:

- **Matorral Desértico Micrófilo:** se encuentra en las dilatadas llanuras áridas del norte de México, es una vegetación xerófita caracterizada por la dominancia de especies arbustivas de hojas pequeñas pero no siempre espinosas. Arbustos y hierbas grasas, efímeras en verano y efímeras en invierno. El matorral desértico micrófilo tiene especies de plantas espinosas y elementos subinermes de hojas pequeñas y abundancia de cactáceas.

Las especies presentes son: el sotol (***Dasyilirion texanum***), la palmilla (*Yucca thompsoniana*), el huajillo (*Acacia berlandieri*), el ramoncillo (*Dalea bincolor*), el maguey de la cierra (*Agave asperrima*), el brasil (*Condalia sp.*), la lechuguilla (***Agave lechuguilla***), el mezquite (*Prosopis glandulosa*), el coyonostle (*Opuntia imbricata*), el espadín (*Agave striata*), el guayacán (*Porlieria angustifolia*), el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), la guapilla (*Hechita glomerata*), el colorín (*Saphora secundiflora*), el nopal cegador (*Opuntia mycrodasys*), el popotillo (*Ephedra aspera*), el borreguillo (*Viguiera stenoloba*), el nopal rastrero (*Opuntia rastrea*), la mariola (*Parthenium incanum*), el guayule (*Parthenium argentatum*), la gobernadora (*Larrea tridentata*), el sangre de drago (*Jatropha dioica*), el agritos (*Berberis trifoliolata* y *Coldenia sp.*).

Es abundante y rica la variedad de cactáceas en esta zona y encontramos a: *Ariocarpus retusus*, *Astrophytum capricorne*, *Coryphantha radians*, *Coryphantha speciosa*, *Echinocactus horizontalonius*, *Echinocereus enneacanthus*, *Echinocereus pectinatus*, *Echinocereus stramineus*, *Epithelantha micromeris*, *Ferocactus hamatacanthus*, *Lophophora williamsii*, *Mammillaria candida*, *Mammillaria pottsii*, *Mammillaria winterae*, *Pediocactus sileri*, *Thelocactus bicolor*, *Thelocactus leucacantus* y *Thelocactus rinconensis*.

No obstante la gran área que cubre la gobernadora y las variaciones edáficas y climáticas que existen, hacen que la composición florística varía de unas regiones a otras, así en Chihuahua la vegetación acompañante está constituida por *Acacia berlandieri*, *Fouquieria splendens*, *Jatropha dioica*, *Prosopis glandulosa* y *Zinnia acerosa*.

Conforme el matorral micrófilo se aproxima a la Sierra Madre Occidental aumentan las especies de gramíneas y se define más la franja de pastizales, encontramos a: *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua karwinskii*, *Sporobolus sp.*, *Aristida sp.* En las laderas se encuentra *Larrea tridentata* asociada con: *Coldenia sp.*, ***Dasyilirion spp.***, *Echinocactus sp.*, ***Euphorbia antisiphilitica***, *Mimosa sp.*, *Opuntia rastrea*, *Opuntia microdasys*, *Parthenium argentatum*, *Parthenium incanum*, *Yucca carnerosana*.

En San Luis Potosí, el 38 % de la superficie está cubierto por matorral desértico micrófilo (Rzedowski, 1991), en esta región y áreas adyacentes de Zacatecas y Nuevo León la estatura del estrato arbustivo es uniforme, encontramos intercaladas junto con el matorral micrófilo a *Yucca filifera* y *Yucca carnerosana* y al matorral crasicale de *Opuntia streptacantha* y *Opuntia leucotricha*, en estas llanuras salobres predominan gramíneas como: *Sporobolus airoides* y *Bouteloua curtipendula*.

Los ecotonos se aprecian entre el matorral desértico micrófilo y el crasicale en San Luis Potosí y Zacatecas, así como entre el matorral desértico micrófilo y el matorral rosetófilo en las colinas de las serranías calizas más hacia el norte. Los mezquites de las llanuras no incluyen a *Larrea tridentata* en abundancia.

- **Matorral Desértico Rosetófilo:** se caracteriza por la abundancia de individuos de especies con hojas gruesas y alargadas, a veces espinosas: **Agave**, **Dasyliirion** o bien inermes de: *Yucca carnerosana*, pero siempre dispuestos en rosetas. Estos géneros incluye especies de porte arbustivo con tallo bien desarrollado o con hojas basilares.

En el centro del desierto Chihuahuense, este matorral se desarrolla con mayor vigorosidad en los taludes y laderas escarpadas de la Sierra, las especies dominantes tienen hojas en forma de rosera como lechuguilla (**Agave lechuguilla**) guapilla (*Hechtia glomerata*), sotol (**Dasyliirion texanum**), espadín (*Agave striata*), asociada a otros elementos como el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), nopal cegador (*Opuntia microdasys*), coyonostle (*Opuntia imbricata*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), cenizo (*Leucophyllum taxanum*), Anachauita (*Cordia boissieri*), Guayacán (*Porlieria angustifolia*), chaparro prieto (*Acacia amentacea*), agrito (*Berberis trifoliolata*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), gobernadora (*Larrea tridentata*), coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*), Mariola, (*Parthenium incanum*), sangre de drago (*Jatropha dioica*), borreguilla (*Viguiera stenoloba*), y mirto (*Salvia sp.*). En toda el área sobresale como eminencias y se distribuye ampliamente la palma china del desierto o palma pita (*Yucca filifera*).

Las cactáceas que se presentan son *Ancistrocactus scheeri*, *Ariocarpus retusus*, *Coryphanta sp.*, *Coryphanta radians*, *Coryphanta speciosa*, *Echinocactus texonsis*, *Echinocactus enneacanthus*, *Echinocereus pectinatus*, *Echinocereus stramineus*, *Ferocactus hamatacanthus*, *Lophophora williamsii*, *Mammillaria pottsii*, *Mammillaria winterae*, *Pediocactus affsileri*, *Thelocactus sp.*, *Thelocactus bicolor* y *Thelocactus leucacanthus*.

En el estado de Coahuila hacia las elevaciones del norte existen densas masas de *Dasyliirion palmeri*. En algunas localidades se presenta *Yucca carnerosana* formando materiales nutridos, e igualmente el *Agave lechuguilla* cubre lomeríos calizos del sureste de Coahuila, norte de Zacatecas, y noreste de Durango en las inmediaciones de la Comarca Lagunera. En el noreste de Nuevo León y norte de San Luis Potosí es particularmente rico el matorral rosetófilo, algunas cactáceas como *Echinocactus visnaga*, *Ferocactus pringlei*, *Echinocereus conglomeratus*, *Opuntia microdasys*. También abundan otros grupos de familias como *Jatropha dioica*, *Dyssodia acerosa*, *Lesquerilla engelmannii*, *Eragrostis sp.*

- **Mezquite opuntia pastizal:** Se localizan en la planicie costera nororiental, que abarca la costa Tamaulipeca, el oriente y norte de Nuevo León y una parte del noreste de Coahuila.

Las nopaleras bajas del noreste propias de mezquite opuntia-pastizal, revisten importancia económica, las especies más frecuentemente asociadas son: *Acacia spp.*, *Mammillaria sp.*, **Agave lechuguilla**, *Sporobolus airoides*, *Setaria leucophylla*, *Stipa eminens*, *Yucca rígida*, *Yucca carnerosana*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O.villis*, *O. engelmannii*, *O. leptocaulis*.

- **Vegetación de suelos yesosos:** Se desarrolla sobre suelos con alta concentración de  $\text{CaSO}_4$  (yeso). Las especies más comunes son: *Dasyilirion palmeri*, *Dicranocarpus parviflorus*, *Drymaria sp.*, *Ephedra dactylon*, *Fouqueira splendans*, *Muhlenbergia villiflora*, *Nama sp.*, *Nerisyrenia linearifolia*, *Phacelia gypsogenia*, *Prosopis glandulosa*, *Sartwellia humilis* y *Yucca treculeana*.
- **Chaparral:** Este tipo de vegetación arbustiva también es llamado matorral esclerófilo perennifolio, se mantiene siempre verde y su límite de altura es de 2m. Se suele presentar con *Yucca sp.*, y arbustos de *Juniperus sp.*, de aproximadamente 3m de altura. Crecen en las partes montañosas alrededor de los 2 000 de altitud. El rasgo característico de las plantas de chaparral son las hojas esclerófilas. Este tipo de vegetación puede substituir al zacatal o extenderse a mayores altitudes, entre el zacatal bien desarrollado y el bosque de pino, o bien, alternar entre ellos. En la Sierra de Carmen el chaparral está dominado por diferentes especies de encinos: *Quercus intricata*, *Q. lacely*, *Q. hypoxantha*, *Q. pringlei* y las especies: *Arctostaphylos pungens*, *Berberis trifolia*, *Ceanothus lanuginosus*, *Cercocarpus mojadensis*, *Condalia ericoides*, *Cowania plicata*, *Dasyilirion sp.*, *Garrya ovata*, *Microrhamnus ericoides*, *Nolina erupens*, *Rhus microphylla*, *R. trilobata*, *R. virens* y *Yucca carnerosana*. Este tipo de vegetación está relacionado con el matorral submontano que se presenta más al oeste, en condiciones pobres y con mayor influencia desértica.

## Municipio Ramos Arizpe, Coahuila.

### Caracterización General

El municipio de Ramos Arizpe (Figura 5) se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 100° 57' 2" O y 25° 32' 26" N, a una altura de 1,380 msnm.



Figura 5. Ubicación del municipio Ramos Arizpe en el estado de Coahuila (INAFED, 2012)

Limita al norte con el municipio de Castaños; al noroeste con el de Cuatro Ciénegas, al sur con el de Saltillo, al suroeste con el de General Cepeda y al este con el estado de Nuevo León. Cuenta con una superficie de 5,306.6 km<sup>2</sup> (3.5% del total de la superficie del estado).

### Población y Situación Económica

De acuerdo con el INEGI (2012) los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2010 el municipio está ocupado por 75 461 habitantes (38 302 hombres y 37 159 mujeres, 51% mayores de 18 años), de los cuales el 78 % de los hombres y 30 % de las mujeres trabajan, la mayoría de ambos sexos se ocupan como obreros o empleados.

Existen 20 299 casas en el municipio, de las cuales el 97.69 % son casas particulares, y solo el 2.31 % de las casas son rentadas; mas de tres cuartas partes del total de viviendas cuenta con una buena construcción (el 70.57 % tiene piso de madera o mosaico, el 86.41 % tiene techos de

concreto y el 86.01 % cuenta con paredes de ladrillo o block), mientras que menos del 5 % se encuentran en malas condiciones para vivir (el 1.03% cuenta con piso de tierra, 4.29 % con techo de lamina, cartón o palma, y el 1.17 % tiene paredes de lamina o cartón). La mayoría de hogares tiene de 2 a 6 cuartos, el 98.98 % cuenta con un escusado, 97.09 con cocina, el 91.82 % cuenta con drenaje, 95.49 % de las casas tienen agua potable; mas del 75% cuenta con televisión, radio, refrigerador, teléfono y lavadora, poco más de la mitad de la población cuenta con auto, aunque más de tres cuartas partes no tienen teléfono celular, computadora o internet.

Hablando de educación, el 88 % de niños y jóvenes de entre 6 y 17 años asisten a las escuelas de educación básica, menos del 20 % de los jóvenes de 18 a 24 años estudian, y el 2 % de la población adulta se educa.

El 17.5 % de habitantes del municipio no cuenta con ningún servicio de salud, el resto cuenta con instituciones como el IMSS, ISSSTE, Pemex, defensa o marina, seguro popular o instituciones privadas. Dentro de la población total del municipio existen alrededor de 2166 discapacitados de los cuales solo 1683 tienen derecho a tratarse en una institución de salud (SNIM, 2012).

## Municipio Cuatro Ciénegas, Coahuila.

### Caracterización General

El municipio de Cuatro Ciénegas (Figura 6) se localiza en el centro del estado, entre las coordenadas 102° 03'59" O y 26° 59'10" N, a 740 msnm, con una superficie de 7,860.60 km<sup>2</sup> (5.19% del total de la superficie del estado). Limita al norte con el municipio de Ocampo, al sur con Parras y Ramos Arizpe; al este con Castaños y al oeste con el municipio de Sierra Mojada (INAFED, 2012).



Figura 6. Ubicación del municipio Cuatro Ciénegas en el estado de Coahuila (INAFED, 2012)

### Población y Situación Económica

De acuerdo con el INEGI (2012) los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2010 el municipio está ocupado por 13 013 habitantes (6 565 hombres y 6 448 mujeres, 63.16 % mayores de 18 años), de los cuales el 71 % de los hombres y 24.1 % de las mujeres trabajan, el 53 % de ambos sexos se ocupan como obreros o empleados y el 30 % trabajan por cuenta propia.

El 98.1 % de los hogares del municipio (aproximadamente 3 605) son casas particulares, el resto son rentadas; mas de la mitad del total de viviendas cuenta con una buena construcción y la otra mitad regular (el 76 % tiene piso de cemento, y el 21 % de madera o mosaico, el 56 % tiene techos de teja y el 32 % de concreto, y el 49 % cuenta con paredes de ladrillo o block y el 48 % de adobes), mientras que menos del 1 % se encuentran en malas condiciones para vivir (piso de

tierra, techo de lamina, cartón o palma, y paredes de lamina o cartón). La mayor parte de las casas tiene de 2 a 5 cuartos, el 94.98 % cuenta con un escusado, 87.84 % con cocina, 95.24 % con electricidad, el 77 % cuenta con drenaje, 91.26 % de las casas tienen agua potable; mas del 80 % de la población cuenta con televisión, refrigerador, más del 60 % con radio, lavadora, y celular, poco más de la mitad de la población cuenta con auto, aunque más de tres cuartas partes no tienen teléfono de casa, computadora o internet, el 3 % de la población no cuenta con ninguno de estos bienes.

De los 3 283 niños y jóvenes de entre 6 y 17 años que habitan el municipio, el 88 % asisten a las escuelas de educación básica, existen alrededor de 1487 jóvenes de 18 a 24 años y solo el 24 % estudian, y el 2.3 % de la población adulta se educa.

El 15.75 % de habitantes del municipio no cuenta con servicio de salud, y dentro de la población total del municipio hay de 853 discapacitados de los cuales solo 104 no tienen derecho a tratarse en una institución de salud (SNIM, 2012).

## **Municipio Cuencamé, Durango.**

### **Caracterización General**

El municipio de Cuencamé (Figura 7) limita al norte con los municipios de Nazas y Lerdo; al este con el de Simón Bolívar y Santa Clara; al noroeste con el estado de Coahuila; al oeste con los municipios de Poanas, Guadalupe Victoria y Peñón Blanco, y al sur con el estado de Zacatecas. El municipio se localiza en las coordenadas geográficas 24° 52' latitud N y 103°42' longitud O a 1,580 msnm. Tiene una superficie territorial de 4,797.6 km<sup>2</sup> (el 3.96% en relación al estado).



Figura 7. Ubicación del municipio Cuencamé en el estado de Durango (INAFED, 2012)

### **Población y Situación Económica**

De acuerdo con el INEGI (2012) los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2010 el municipio está ocupado por 582 267 habitantes (281 702 hombres y 300 565 mujeres, 62 % mayores de 18 años), de los cuales el 71.5 % de los hombres y 17.83 % de las mujeres trabajan, el 42.7 % de ambos sexos se ocupan como obreros o empleados, el 18 % son peones y el 25.26 % trabajan por cuenta propia.

El 99.9 % de las casas del municipio son particulares; más del 80 % cuenta con una buena construcción (el 85 % tiene piso de cemento, el 46 % tiene techos de teja, el 31 % de concreto, y el 30 % cuenta con paredes de ladrillo o block y el 69 % de adobes), menos del 0.5 % cuenta con

paredes de lamina o cartón, el 5 % tiene pisos de tierra pero el 22 % de los hogares tiene techos de lamina metálica. La mayor parte de las casas tiene 3 o 4 cuartos, el 87.2 % cuenta con un escusado, 97.44 % con cocina, 95.24 % con electricidad, el 84 % cuenta con drenaje, 94.5 % de las casas tienen agua potable; casi el 95 % de la población cuenta con televisión, el 86% cuenta con refrigerador, más del 60 % con radio y lavadora, poco menos de la mitad de la población cuenta con auto y un poco mas con celular, un tercio de hogares no cuenta con teléfono en casa, menos del 15% cuenta con computadora y solo el 6 % con internet, el 1.3 % de la población no cuenta con ninguno de estos bienes.

Del total de niños y jóvenes de entre 6 y 17 años el 87% % asisten a las escuelas de educación básica, menos del 17 % de los jóvenes de 18 a 24 años siguen estudiando, y solo el 1 % de la población adulta se educa.

Alrededor del 29 % de habitantes del municipio no cuenta con ningún servicio de salud, tanto público como privado. Dentro de la población total del municipio existen alrededor de 2433 discapacitados de los cuales solo 273 no tienen derecho a tratarse en una institución de salud, de la misma cantidad de discapacitados (SNIM, 2012).

## **7. Material y Métodos**

### **Trabajo de campo**

Para conocer la recolección, extracción y parte de la comercialización de los recursos se visitaron para el caso del sotol se visitó Cuencame, Durango; para la candelilla se acudió al ejido del tanque y el ejido ex hacienda de Guadalupe en el municipio de Cuatrociénegas, Coahuila, y el ejido Tortuga, en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila; en el caso de la lechuguilla se visitó también el ejido Tortuga. Para conocer la otra parte de la comercialización y purificación de los recursos se visitaron: para el caso de la candelilla la empresa productora de cera Cuatrociénegas® en el municipio de Cuatrociénegas, Coahuila; para el sotol se visitaron empresas productoras de alcohol en Cuencame, Durango.

Para registrar los procesos de recolección de los recursos se acompañó a los recolectores hasta los campos de cosecha de las tres plantas, se anotaron todas las observaciones y a la par se les hicieron encuestas acerca del proceso de colecta.

Para registrar la extracción de los tres recursos se observaron los procesos realizados por los productores, a la par se les realizaron encuestas para comprender y detallar mejor todos los procesos realizados.

Con el fin de registrar la comercialización y purificación de los recursos se realizaron encuestas a los vendedores particulares y a los empleados de las empresas productoras.

El valor de uso es la importancia que tiene la planta para las personas, expresada en número dependiendo de la cantidad de usos que le dan la gente, y para conocerlo, se le preguntó a cada persona que participó en las encuestas de cada uno de los pasos del procesos de aprovechamiento y comercialización, de las tres diferentes plantas, los usos que le dan a la planta.

Además con el fin de justificar y demostrar presencia en los lugares de trabajo y de los procesos de producción se tomaron algunas fotografías en los lugares que se permitía.

## Entrevista

Las entrevistas realizadas en campo fueron entrevistas semicunstruidas, con preguntas abiertas, además con papel y pluma en el momento para anotar todo y no perder detalle alguno, las preguntas tenían temas como:

- Nombre (Para agradecer por su participación en este trabajo)
- Edad (Con el fin de saber desde que edad las personas participan en los procesos, si los niños tienen la necesidad de trabajar para ayudar a su familia y saber el nivel socioeconómico de la familia)
- Sexo (Con la finalidad de saber si existe un seo predominante en este trabajo)
- Ocupación (Con el motivo de saber si además tienen otra forma de remuneración)
- Como cortan o extraen la parte de la planta que usan, que parte de la planta usan, donde la guardan, como la transportan (Para conocer a detalle como extraen y tratan la planta antes de ser procesada)
- Cómo y con que extraen el producto (Para conocer a detalle el proceso de producción del producto)
- Cómo y con qué purifican el producto (Para conocer a detalle el proceso de purificación del producto)
- En cuantos pesos venden su producto (Conocer cuánto ganan las personas y conocer su nivel económico)
- Cuanto tiempo de su día se llevan en realizar cada parte del proceso de aprovechamiento de las plantas (Con el fin de saber si es bien remunerado el tiempo y esfuerzo de los trabajadores)
- Cuanto invierten de material durante todo el proceso (Para conocer cuál es su ganancia neta)

Dentro de la encuesta se hizo una pregunta referente al valor de uso que se le atribuye a cada planta.

- Cuál es el uso que le dan a la planta en la región

Así mismo si se daba la situación se improvisaban algunas preguntas que tenían que ver con el tema para aumentar los detalles o disminuir las omisiones de los entrevistados.

### Trabajo de gabinete

Para poder describir todos los procesos tradicionales de aprovechamiento y comercialización de los recursos se analizó, conjuntó y ordenó en el laboratorio, toda la información obtenida en campo.

El valor de uso de cada planta se estimó con las fórmulas (Philips y Gentry, 1993; mencionado por Quiroga, 2007; por Bermúdez y Velázquez, 2002.):

$$VU_{is} = \Sigma U_{is} / n_{is}$$

Donde:

$VU_{is}$ = es el valor de uso atribuido a una especie particular (s) por un informante (i),  
 $\Sigma U_{is}$ = es la suma de usos mencionados por un informantes (i) para una especie (s),

y

$n_{is}$ = es el número de entrevistas realizadas al informante (i) para una especie(s).

Luego el valor general de uso se obtiene con la sumatoria de los valores de uso calculados anteriormente:

$$VU_s = \Sigma VU_{is} / n_s$$

Donde:

$\Sigma VU_{is}$ = es la suma del valor de uso atribuido a una especie particular (s) por un informante (i), y

$n_s$ = número total de informantes entrevistados acerca de una especie particular (s).

En esta ultima formula muchos autores difieren en que  $n_s$  el número total de informantes hayan o no mencionado a esa especie (por Bermúdez y Velázquez, 2002), o solo el numero de los informantes que hayan mencionado a esa especie (Quiroga, 2007); en el caso del presente trabajo se tomo la  $n_s$  como el número de personas que mencionaron a la especie s, debido a que las entrevistas solo estaban planeadas para conocer a la planta con la cual trabajaban los pobladores de las diferentes zonas.

El resultado son números enteros o con decimales, mientras mayor sea el número, mayor es el valor de uso que tiene la planta, en otras palabras, es mayor la cantidad de usos que le da la gente la especie.

Para plantear estrategias de mejora de los procesos de producción, se comparó la información obtenida en campo con la literatura, se determinaron las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas para llevar a cabo un proceso y se escogió la técnica más eficiente. Se revisó en línea algunos vendedores y distribuidores de semillas, plantas, herramientas y materiales necesarios para el cultivo de las plantas, con el fin de conocer los costos que conllevan la producción de ixtle, candelilla o sotol.

## **8. Resultados**

En este trabajo se estudia la importancia económica de la *Euphorbia antisiphilitica*, *Agave lechuguilla*, y *Dasyllirion cedrosanum*, para los pobladores del desierto chihuahuense, así como los procesos de aprovechamiento tradicional de las tres plantas.

Se visitó en 2 ocasiones durante el mes de septiembre de 2010 y 2011 las áreas de estudio, en total se realizaron 19 entrevistas: 11 entrevistas en el caso de la candelilla (3 recolectores, 4 extractores, 3 purificadores y una secretaria), 5 en el caso del agave lechuguilla (2 recolectores, 2 extractores y 1 vendedor) y 4 para el sotol, de las cuales (2 recolectores, 2 extractores).

## **Lechuguilla**

Por falta de conocimiento de la ubicación de lugares donde se hila industrialmente el ixtle, solo se discute la recolección del agave, extracción del ixtle y comercialización de los productos finales.

De las 5 personas entrevistadas en este trabajo, todas son mayores de edad, de entre 21 y 53 años, ningún niño o adulto mayor los acompañaba mientras fueron entrevistados; todos del sexo masculino; ningún entrevistado tiene otro trabajo además de la producción de ixtle.

### **Recolección de la Lechuguilla**

En las comunidades donde se aprovecha la lechuguilla, los productores de ixtle tienen que recorrer largas distancias cada mañana para recolectar la lechuguilla.

El ixtle se extrae cortando el corazón o cogollo, con ayuda de una “descogollador”, los recolectores colocan los cogollos en una bolsa llamada Oaxaca (Figuras 8 y 9) hechas de cualquier tipo de tela (principalmente usan la manta) con un aro de metal o madera que mantiene la “boca” de la bolsa siempre abierta.

Después de varias horas, los recolectores se dirigen hasta el lugar de producción de la fibra.



Figura 8. Oaxaca desde un plano coronal



Figura 9. Oaxaca desde un plano lateral

### **Tallado de la Lechuguilla y obtención del Ixtle**

Al medio día se realiza el tallado, los talladores toman puños de 3 o 6 cogollos, los introducen en una maquina talladora (Figura 10) diseñada especialmente para esto por alumnos de la Ingeniería en Mecánica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, esta consta de una caja metálica que en su interior, se encuentran girando gracias a una batería como fuente de energía un rodillo con puntas de clavo, estos últimos al contacto con los cogollos separan las fibras de la carnosidad (Figuras 11 y 12).



Figura 10. Maquina talladora

Los talladores mencionan que también se puede extraer la fibra a “mano”, con la ayuda de una cuchilla sin filo y un tridente.



Figura 11. Tallado del cogollo de la lechuguilla



Figura 12. Tallado del cogollo de la lechuguilla

Las fibras resultantes son el "ixtle" (Figura 13), pero aun debe dejarse secar.

Cuando la fibra se encuentra libre de carnosidades y de agua se forman pacas agrupadas, las fibras en estas condiciones son de color blanco amarillento, mientras más blanco sea la fibra, será de mayor calidad.



Figura 13. Fibra de Ixtle

### **Comercialización del Ixtle**

Las fibras se venden a bodegas o centros de acopio (Figura 14) para de ahí venderlas a empresas fabricadoras de:

1. Lazos
2. Costales
3. Mantas
4. Cepillos
5. Escobetas
6. Brochas
7. Bolsas
8. Bolsos
9. Pulseras
10. Diademas
11. Burros para no quemar superficies con cosas calientes
12. Estropajos
13. Fajas y
14. Sombreros

Todos estos productos tienen un costo final diferente y también los pueden elaborar los mismos productores de ixtle. Además:

15. los cogollos son usados para hacer cercas

Los talladores pueden crear por su propia cuenta los mismos productos y venderlos por su propia cuenta (Figura 15).



Figura 14. Ixtle en un centro de acopio.



Figura 15. Venta de productos artesanales elaborados con fibra de ixtle,

Los recolectores tardan aproximadamente 3 horas durante la mañana en ir a recolectar el ixtle, llegan entre 9.30 y 10 am a los lugares de tallado; en una hora y con ayuda de la maquina talladora se extrae alrededor de 1.5 kg de ixtle de 45 cogollos raspados de 3 en 3. Los productores venden la fibra separada con ayuda de la maquina en 12 pesos (2010) y 13 pesos (2011).

## **Candelilla**

Se entrevistaron 11 personas, igual que en el caso del ixtle todas son mayores de edad entre los 30 y 50 años, ningún niño o adulto mayor los acompañaba mientras se entrevistaron; solo en la empresa refinadora de cera Cuatrociénegas® se entrevisto a una mujer en el área administrativa; tres recolectores y extractores tenía otro trabajo además de la producción de cera (1 obrero y 2 cultivadores de maíz), ninguna persona de las que trabajaba en la empresa Cuatrociénegas® tenían un segundo trabajo.

### **Recolección de la candelilla**

En las comunidades productoras de candelilla un grupo de recolectores recorre grandes distancias a pie, en burro (Figura 16) o en camioneta, hacia las faldas de los montes en donde se encuentra la candelilla, para poder colectarla, en los sitios de recolección, los recolectores arrancan manojos de tallos con todo y raíz, sacuden la tierra de la planta para disminuir las impurezas y las acomodan en varios paquetes de 40 kilos aproximadamente; los amarran y los transportan (Figura 17) al lugar donde se hará la extracción de la cera (campos candelilleros).

Algunos candelilleros encuestados extraen las poblaciones de candelilla de un punto, migran a otro para la recolección de otra población en lo que la anterior regenera, y así sucesivamente van a 4 o 5 puntos distintos y después de varios años regresan al primero, algunos dicen que son tantas las poblaciones de candelilla que aun no han tenido la necesidad de llegar el primer punto donde recolectaron en antaño la planta.



Figura 16. Burro cargado con pacas de candelilla



Figura 17. Transporte de los paquetes de candelilla en una camioneta

### **Extracción de la cera**

En los campos candelilleros una persona espera a que llegue la carga de candelilla, mientras extrae la cera de la carga de los días anteriores, los puestos de extractor y recolector se van “rolando” entre el grupo que consta regularmente de 5 o 6 hombres. El extractor amontona la planta y se la deja “achicalar”, es decir, se deja a la acción del sol para su deshidratación, pues según ellos una hierba achicalada produce más cera.

Para extraer la cera se utiliza un recipiente rectangular de acero llamado “paila”, con medidas de 1.5 x 1 x 0.45 m con capacidad de 300 kilos de candelilla y 400 litros de agua, esta última también la acarrean desde grandes distancias; la paila se entierra a raz de suelo, en uno de sus extremos se cava un hoyo de 1.20 a 1.50 m de profundo que después pasa por debajo de la paila, bajo la paila se hace fuego con las varas de la candelilla (Figura 18) ya procesadas, para hervir el agua. Cuando el agua hierve, sumergen la planta (Figura 19) y la prensan con unas parrillas móviles que están unidas a los extremos de las pailas por tornillos que les permiten girar y se hace presión con una varilla, que sella las 2 parillas (Figura 20 y 21). Al hervir nuevamente, agregan ácido sulfúrico al 80 % (Figura 22), esto propicia la separación del cerote que luego se recoge en forma de espuma, con una cuchara espumadora (cuchara de 25 cm de diámetro con perforaciones) la cual

drena el agua, y la espuma es vertida en un tambo de 100 litros llamado cortador (Figura 23 y 24). El cortador tiene una válvula de escape en la parte inferior, donde la cera se deja reposar para que por diferencia de densidad ésta se quede en la parte superior y el agua en la inferior, destapando la válvula para que el agua se drene (Figura 25). Ya carente de agua, la cera se transfiere a un tambo de 200 litros, el producto resultante, llamado “cerote” se vende a las refinerías. Para vender el cerote los productores adquieren el compromiso de entregarlo a la empresa que les facilita la paila y el ácido sulfúrico.



Figura 18. Paila con candelilla ya procesada como combustible.



Figura 19. Extractores colocando la candelilla dentro de la paila.



Figura 20. Paila a medio cerrar.



Figura 21. Parrilla cerrándose con la varilla



Figura 22. Extractor agregando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



Figura 23. Colecta de la espuma con ayuda de la cuchara espumadora



Figura 24. Vaciado de la espumadora en un tambo con válvula

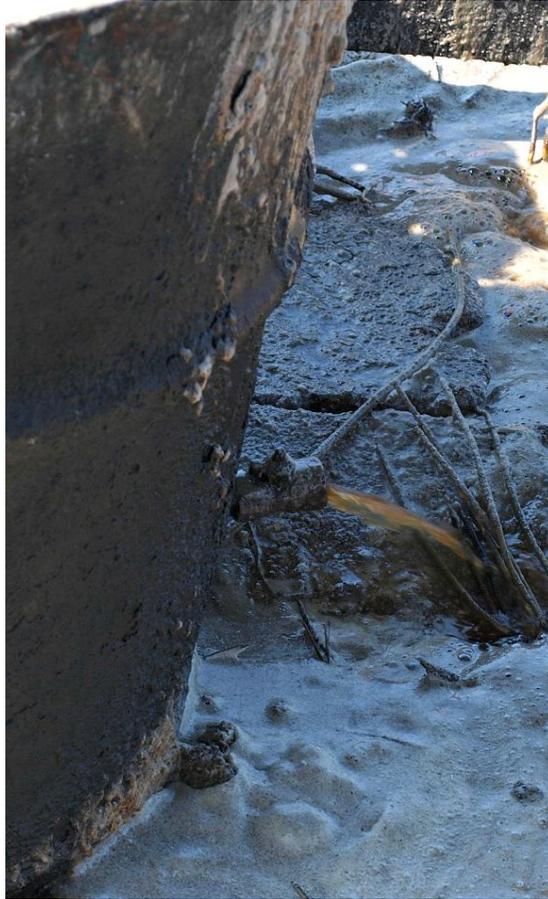


Figura 25. Válvula del cortador

### **Purificación de la cera**

En las refinерías se procesa el cerote de candelilla que proviene de los ejidos de los alrededores. Para realizar la purificación de la cera, esta se coloca nuevamente en pailas de mayores dimensiones (Figura 26) en donde se hierve y se funde, el combustible usado esta vez es gas LP, logrando una mayor temperatura en un menor tiempo, esto hace más eficiente el proceso. Cuando la cera esta hirviendo se le agrega nuevamente ácido sulfúrico para eliminar la mayor cantidad de impurezas posible; la pureza de la cera obtenida en el proceso de refinación (Figura 27) es de entre el 40% y 60%, la cera se pueden someter nuevamente a una refinación en la cual se obtiene una pureza de entre 85 a un 90 %. Posteriormente, la cera es colada por una malla (Figura 28) muy fina para que esta ultima retenga otra importante cantidad de impurezas (Figura 29) y colocada sobre un piso en forma rectangular, se deja enfriar a temperatura ambiente y a la sombra por un día, después se procede a quebrarla de forma manual con un martillo (Figura 30) para ser envasada en costales de 25 kg (Figura 31). El tamaño de las piezas de cera es pequeño e irregular, generalmente son pedazos de 8 a 10 centímetros, esto para facilitar el almacenamiento y transporte.



Figura 26. Paila de la refinera Cuatrociénegas.



Figura 27. Impurezas en un trozo de cera (El trozo de cera más cercano es más oscuro que los del fondo por presentar más cantidad de tierra)



Figura 28. Malla para colar la cera



Figura 29. Tierra separada de la cera con ayuda de la malla



Figura 30. Trozado del cerote



Figura 31. Costales llenos de cerote

Los recolectores tardan más de 7 horas en recolectar la candelilla, ya en los campos candelilleros el extractor tarda alrededor de dos horas y media para quemar una paila de 300 kg de candelilla y extraer más o menos 30 kg de cera.

### **Comercialización de la cera**

En las zonas rurales, los candelilleros venden el kilogramo de cerote a \$24 en 2009 y \$31 en 2010 y hasta agosto de 2011. Después del proceso de refinación, el precio de exportación de la cera procesada varía de \$36 a \$40 ambos para 2009 y 2010 por kilo.

Entre los usos que la gente dio para la candelilla tenemos que sirve en el caso del uso tradicional (es decir el uso que le dan las personas del campo) para:

1. Elaborar de cera para velas
2. Medicinal contra la sífilis
3. Combustible para hacer fogatas
4. Forraje para alimento de los animales
5. Para cubrir heridas de animales y
6. Cubrir heridas de personas

Y en el caso del uso industrial (el uso que le dan las empresas) en:

7. La elaboración de cosméticos
8. Elaboración de chicles
9. Recubrimiento de frutos
10. Recubrimiento chocolates
11. Recubrimiento de algunos papeles
12. Fabricación de crayones
13. Fabricación de pinturas
14. Fabricación de tintas
15. Fabricación de adhesivos
16. Fabricación de cintas para maquinas de escribir
17. Fabricación de selladores
18. Fabricación de aislantes
19. Agentes a prueba de agua
20. En la base para fabricar plástico
21. Para dar brillo a muebles, piel, automóviles, calzado y pisos y
22. Como endurecedor de ceras blandas

Todos estos productos se producen de manera diferente y por lo cual tienen un costo final diferente.

## **Sotol**

De los 4 entrevistados, todos son mayores de 32 años y menores de 61 años, ningún niño los acompañaba mientras fueron entrevistados y solo uno es una adulto mayor; no se entrevistó a ninguna mujer y ningún entrevistado tenía otro empleo.

### **Recolección del Sotol**

La gente se va al monte, seleccionan individuos cuya altura varíe entre 1.5 y 2 m., las cabezas de sotol o piñas debe ser de entre 10 y 12 kg, y las cortan con hacha o machete, después se trasladan al lugar de extracción. Se extraen un promedio de 20 a 35 piñas o cabezas por día en un recorrido que abarca de 4 a 5 km; el sotol se recolecta durante todo el año.

### **Extracción de la bebida alcohólica de Sotol**

En el lugar de extracción o ya en la vinata se deja la cabeza “pelona” o sin hojas. Se hacen unos hoyos grandes (3 m de profundidad x 1.40 de ancho aproximadamente), a los que se les hecha mucha leña, de mezquite regularmente, y se van forrando de piedra basáltica, dejando pocos agujeros entre las piedras para reavivar el fuego. Las piedras, con la lumbre se ponen coloradas, y sobre ella se colocan las cabezas y se les tapa con las mismas hojas de la planta, esto para que las piñas no estén en contacto con la tierra que se utiliza para tapar todo con motivo de evitar que se escape el calor, en estas condiciones se dejan las piñas durante 3 días.

Al segundo día se da un riego ligero sobre la tierra, con el objeto de que se filtre un poco de agua, que al ponerse en contacto con las piedras calientes produzcan vapor y este evite que las piñas se ablanden por su cocción a calor directo.

Al cuarto día se sacan las piñas del hoyo y son picadas en pequeños pedazos de 2 a 3 cm y desechando el centro. Todo el producto picado se coloca en pilas de fermentación, que son fosas en el suelo con las paredes y piso cubiertos de madera o de cemento.

En las pilas de fermentación se deja el producto por 3 días para que se “avine”, y al cuarto día se le añade agua hasta que lo cubra, dejándose así por 3 o 4 días para que se fermente. El periodo de fermentación es muy variable, en tiempos de frío puede durar hasta 12 días y menos de 3 en tiempos de calor.

Cuando ha sucedido la fermentación se tira el bagazo y el líquido se deposita en un cazo de cobre o perol, que se encuentra instalado sobre un horno excavado en el suelo, que tiene un tiro lateral y un desnivel para atizar el mismo. El borde superior del cazo se encuentra a nivel de una superficie de madera o cemento. Ya en el cazo se procede a hervir el producto, para ello se atiza el horno utilizando como combustible maguey seco o el bagazo del sotol. Cuando comienza la ebullición y

para evitar que el vapor se pierda, se cubre el cazo con un cono truncado hueco de madera llamado “barrilón”, el cual tiene en la base un orificio en el cual se coloca un pedazo de tubo llamado “tarro” este conduce el vapor enviándolo al “serpentín”, el serpentín es un tubo de cobre con espiral un extremo sujeto al tarro, el cuerpo dentro de una pileta y, el otro extremo en un cuarto pegado a la pileta (Figura 32). Cuando el vapor entra al serpentín, que por estar dentro del agua ocasiona que una condensación, formando un líquido llamado “aguavino”, este sale por el extremo colocado en el cuarto y es colectado en cubetas.

Para la obtención de la bebida alcohólica llamada “sotol”, es preciso que el aguavino se deposite en el cazo y se repita el proceso. Como resultado se obtiene el “sotol de punta” que tiene una concentración de alcohol de entre 45 a 55 GL, y representa aproximadamente un 40 % de la cantidad de aguavino procesada. El sotol que se obtiene al realizar por tercera vez el proceso contiene menor concentración de alcohol y este va disminuyendo conforme el número de procesos.



Figura 32. Destilador de sotol

Los recolectores tardan aproximadamente 3 horas en la recolección del agave, para producir un litro de sotol se requieren tres piñas o cabezas y de 12 a 20 días.

#### **Comercialización de la bebida alcohólica de Sotol**

Tanto el agua vino, como el sotol, se comercializan a nivel regional en Durango, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. La producción de agua vino se entrega a expendios de vinos y licores de la región Lagunera, al mercado libre, a intermediarios del interior del país y al público en general.

El valor está regido por la oferta y la demanda, de tal manera que el litro de primera se vende a \$35.00, el de segunda \$28.00 para el 2010, y el de tercera no se procesa por contener muchas impurezas.

El sotol es empleada como:

1. Forraje para el ganado
2. En tiempos de escases muy aguda como alimento humano
3. Los escapos florales se usan en la construcción de cercos
4. De manera ocasional las hojas se ocupan para la elaboración de techos en pequeñas viviendas.

Con las hojas se elaboran:

5. Tapetes
6. Canastas y
7. Algunos adornos para diversas fiestas religiosas

Estos últimos se producen de manera diferente y por lo cual tienen un costo final diferente.

### Valor de Uso y Categorías de Uso

Después de entrevistar a 11 personas que intervienen en todo el proceso de producción de la cera candelilla, 5 en el caso del ixtle de la lechuguilla y 4 en el del sotol, y analizar los datos; se encuentran 22 usos para la candelilla (divididos en 5 categorías de uso), sin embargo, no toda la gente conoce la gran cantidad de aplicaciones que se le da, así que el valor de uso de la candelilla es de tan solo 10.18, comparado con las otras dos plantas estudiadas en este trabajo, la candelilla tiene el valor más alto de este estudio, quiere decir que de las tres plantas, la candelilla es la que tiene mayores usos para los habitantes del desierto de Chihuahua; el sotol tiene para los pobladores del desierto 7 usos (divididos también en 5 categorías de uso), y la mayoría de las personas los conocen todos, por tal, tiene un valor de uso de 6.25, al ser el valor más pequeño de este estudio el sotol es para la gente del desierto la planta con menor valor; por su parte se reconocen 15 usos para la lechuguilla (en 3 categorías de uso) y una sola persona enumeró todos, quedando con un valor de uso de 7.20, siendo la segunda planta más usada por los habitantes (Tablas 1, 2 y 3; grafica 1).

Tabla 1. Valor de uso de la candelilla

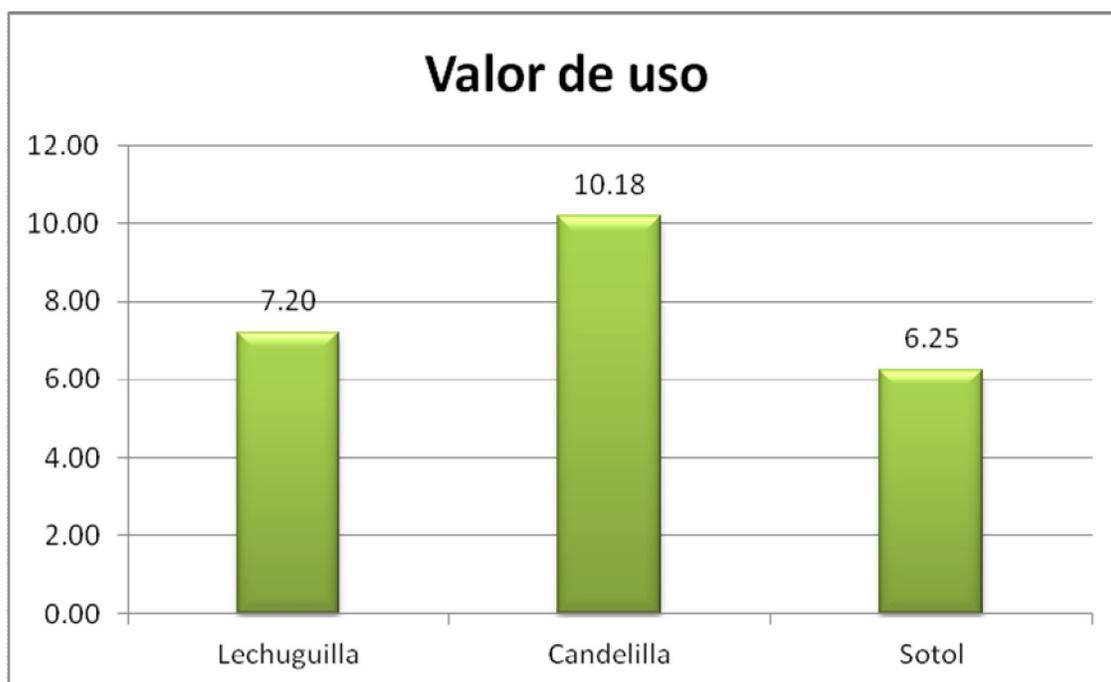
| Informante                      | # de usos | # de entrevistas | $VU_{is}$ $VU_{is}$<br>(Valor de uso por informante) | $VU_s$<br>(Valor de uso de la especie) |
|---------------------------------|-----------|------------------|--|--|
| recolector 1                    | 6         | 1                | 6  | 10.18                                  |
| recolector 2                    | 4         | 1                | 4  |  |
| recolector 3                    | 4         | 1                | 4  |  |
| extractor 4                     | 5         | 1                | 5  |  |
| extractor 5                     | 4         | 1                | 4  |  |
| extractor 6                     | 10        | 1                | 10   |  |
| extractor 7                     | 18        | 1                | 18   |  |
| de la empresa Cuatrociénegas 8  | 22        | 1                | 22   |  |
| de la empresa Cuatrociénegas 9  | 18        | 1                | 18   |  |
| de la empresa Cuatrociénegas 10 | 12        | 1                | 12   |  |
| de la empresa Cuatrociénegas 11 | 10        | 1                | 10   |  |
| Total                           | 112       | 11               |  |  |

Tabla 2. Valor de uso de la lechuguilla

| Informante   | # de usos | # de entrevistas | $VU_{is}$ $VU_{is}$<br>(Valor de uso por informante) | $VU_s$<br>(Valor de uso de la especie) |
|--------------|-----------|------------------|--|--|
| recolector 1 | 5         | 1                | 5  | 7.20                                   |
| recolector 2 | 4         | 1                | 5  |  |
| recolector 3 | 5         | 1                | 5  |  |
| extractor 4  | 7         | 1                | 7  |  |
| extractor 5  | 15        | 1                | 15   |  |
| Total        | 36        | 5                |  |  |

Tabla 3. Valor de uso del sotol

| Informante   | # de usos | # de entrevistas | $VU_{is}$ $VU_{is}$<br>(Valor de uso por informante) | $VU_s$<br>(Valor de uso de la especie) |
|--------------|-----------|------------------|--|--|
| recolector 1 | 6         | 1                | 6  | 6.25                                   |
| recolector 2 | 5         | 1                | 5  |  |
| extractor 3  | 7         | 1                | 7  |  |
| extractor 4  | 7         | 1                | 7  |  |
| Total        | 25        | 4                |  |  |



Grafica 1. Comparación del valor de uso de las plantas

Tanto la candelilla como la lechuguilla y el sotol tienen diversos usos para las personas del desierto, estos usos se pueden dividir en diferentes categorías. Conjuntando las establecidas por Cárdenas (2002), Mucio (2008) y Alcántara (2009), encontramos las siguientes categorías:

1. **Abono verde:** aquellas especies utilizadas en la elaboración de composta orgánica o fertilizantes orgánicos.
2. **Artesanal:** aquellas plantas empleadas en la elaboración de juguetes, aretes, sonajas, figuras de madera, papel artesanal y recipientes.
3. **Cerca viva:** aquellas plantas que se usan para delimitar las propiedades o algún tipo de áreas en particular o simplemente como protección.
4. **Ceremonial- religioso:** especies que se emplean en ceremonias religiosas.
5. **Comestible:** incluye especies cultivadas y del bosque, usadas como comestibles.
6. **Colorante:** Plantas usadas para obtener tintes naturales.
7. **Combustible:** Plantas utilizadas para leña o carbón.
8. **Construcción:** Especies usadas en la edificación de viviendas, como vigas, cercas, techos, amarres, etc.
9. **Cultural:** Especies que son utilizadas en actividades sociales o rituales.
10. **Doméstico:** especies utilizadas en la fabricación de algunos utensilios para la vivienda como: escobetas, estropajos, escobas, etc.
11. **Forestal:** son especies silvestres que puedan ser empleadas en la reforestación de zonas erosionadas o como cortinas rompevientos.
12. **Forraje:** Plantas que sirven para alimento animal.
13. **Industrial:** especies que pueden ser aprovechadas en diferentes rubros en la elaboración de chicles, curtientes, ablandador de carne, cordelería, textil, perfumes, jabón, colorantes, pegamento, cosmético, papel, impermeable, dendrítico, hule, etc.
14. **Maderable:** Especies maderables.
15. **Medicinal:** Plantas usadas para tratar o prevenir enfermedades.
16. **Melífera:** especies usadas en la apicultura ya que producen néctar la mayor parte del año.
17. **Ornamental:** incluye especies con uso en el ornato y decoración de espacios.
18. **Pesticida:** plantas que se emplean en la eliminación de plagas de cultivo.
19. **Psicotrópicas:** incluye especies que producen efectos sobre el sistema nervioso.
20. **Tóxicos:** incluye especies empleadas como venenos para cacería, pesca o que se reconocen como nocivas para el hombre o animales.
21. **Veterinario:** Plantas usadas para tratar enfermedades, malestares o heridas en animales.
22. **Otro:** Incluye especies con usos específicos.

Para el presente trabajo se emplean aquellas que coincidieron con los usos mencionados por los entrevistados (tabla 4).

Tabla 4. Categorías de uso del sotol, candelilla y lechuguilla.

| Planta                  | Categoría de uso                 | Usos  |
|-------------------------|----------------------------------|---|
| Lechuguilla             | Artesanal (Textil)               | Bolsas  |
|                         |                                  | Bolsos  |
|                         |                                  | Brochas   |
|                         |                                  | Costales  |
|                         |                                  | Diademas  |
|                         |                                  | Fajas   |
|                         |                                  | Lazos   |
|                         |                                  | Mantas  |
|                         |                                  | Pulseras  |
|                         |                                  | Sombreros                                       |
|                         | Construcción                     | Cercas  |
|                         | Domestico                        | Burros  |
|                         |                                  | Cepillos  |
| Escobetas               |                                  |   |
| Estropajos              |                                  |   |
| Candelilla              | Combustible                      | Combustible para hacer fogatas                  |
|                         | Forrajero                        | Forraje para alimento de los animales           |
|                         | Industrial                       | Base como endurecedor de ceras blandas          |
|                         |                                  | Base para abrillantadores                       |
|                         |                                  | Base para fabricar plástico                     |
|                         |                                  | Fabricación de adhesivos                        |
|                         |                                  | Fabricación de agentes a prueba de agua         |
|                         |                                  | Fabricación de aislantes                        |
|                         |                                  | Fabricación de cera para velas                  |
|                         |                                  | Fabricación de chicles                          |
|                         |                                  | Fabricación de cintas para maquinas de escribir |
|                         |                                  | Fabricación de cosméticos                       |
|                         |                                  | Fabricación de crayones                         |
|                         |                                  | Fabricación de pinturas                         |
|                         |                                  | Fabricación de selladores                       |
|                         |                                  | Fabricación de tintas                           |
|                         |                                  | Recubrimiento chocolates                        |
|                         | Recubrimiento de algunos papeles |   |
| Recubrimiento de frutos |                                  |   |
| Medicinal               | Contra la sífilis                |   |
|                         | Cubrir heridas de personas       |   |
| Veterinario             | Para cubrir heridas de animales  |   |
| Sotol                   | Ceremonial-Religioso             | Adornos para fiestas religiosas                 |
|                         | Comestible                       | Alimento humano                                 |
|                         | Construcción                     | Cercas  |
|                         |                                  | Techos en pequeñas viviendas.                   |
|                         | Domestico                        | Canastas  |
| Tapetes                 |                                  |   |
| Forrajero               | Alimento para el ganado          |   |

## 9. Discusión

La mayoría de las personas que trabajan en los procesos de aprovechamiento de las tres plantas son personas adultas, no hay menores de edad y solo se entrevistó a una persona de la tercera edad, esto se traduce en que estas personas no son tan pobres como para poner a trabajando a los ancianos y niños de la familia. Solo una mujer fue entrevistada, esto puede deberse a que existen muy pocas mujeres en el desierto chihuahuense que se forman profesionalmente y desean superarse laboralmente, o también debido a cuestiones machistas donde el hombre no permite a la mujer trabajar o desarrollarse en otro ámbito que no sea el del hogar. Aun así en los lugares visitados si existen personas marginadas económicamente; en este trabajo proponemos paso a paso los mejores métodos para que esas personas pobres puedan iniciar un pequeño negocio y elevar sus ingresos y para las no tan pobres obtener una mayor ganancia.

Los procesos de recolección, extracción, purificación, y de comercialización de los productos obtenidos de *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisyphilitica* y *Dasyllirion cedrosanum*, no difieren mucho entre los lugares de trabajo, así pues, tanto en el ejido del tanque y el ejido ex hacienda de Guadalupe en el municipio de Cuatrociénegas, Coahuila, como en el ejido Tortuga, en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila la candelilla se recolecta, se le extrae el cerote, y se purifica de manera muy similar, para la lechuguilla solo fue visitado un lugar y por eso es muy fácil asimilar que todos la cortan y la tallan de la misma forma, lo mismo sucede para el sotol.

## Lechuguilla

### Recolección de la Lechuguilla

Los recolectores de lechuguilla recorren mas de 12km para llegar a los lugares donde encuentran las plantas de buen tamaño para recolectarlas y extraer una cantidad costosa de ixtle, incluso en algunas ocasiones recorren tan largas distancias que se hace necesario pernoctar ahí, Campos (1961) lo atribuye a que se explota demasiado la lechuguilla que crece en la cercanía de los poblados, tanto que las plantas que ahí se encuentran no alcanzan una buena talla y la longitud de las fibras no supera los 23 cm de largo, si esto sigue así, los extractores tendrán que recorrer a lo largo del tiempo distancias cada vez más largas para encontrar el agave adecuado, por lo cual es necesario dejar durante un largo tiempo regenerar las colonias de plantas de las cuales ya se extrajo el recurso, para que se regeneren a un tamaño adecuado para su manejo e industrialización.

### Tallado de la Lechuguilla y Obtención del Ixtle

Los talladores solo obtienen la fibra del cogollo de la lechuguilla, pero Gómez (1995) señala que se podría extraer en dos formas diferentes:

- Con la planta en pie mediante tenazas se jala la espina apical.
- Extraer la fibra de toda la planta

Sin embargo la técnica que utilizan actualmente los pobladores del ejido el Tanque es la más adecuada; en el cuadro 1 se muestran las ventajas y desventajas de cada técnica.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de las 3 técnicas de recolección de la planta

| Obtener la fibra del cogollo   |  | Obtener la fibra con la planta en pie   |   | Obtener la fibra de toda la planta   |   |
|--|--|---|---|--|---|
| Ventajas   | Desventajas  | Ventajas  | Desventajas   | Ventajas   | Desventajas   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El ixtle resultante es el de mayor calidad</li> <li>• El uso de una "cogollera" o "descogollador" evita lesiones en la mano de los recolectores.</li> <li>• Se deja la mayor parte de la planta para que siga regenerándose y no se acabe con el</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtiene menos ixtle de cada planta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deja la mayor parte de la planta para que siga regenerándose y no se acabe con el recurso, la planta tendrá hijuelos que luego se aprovecharan.</li> <li>• Menor inversión de tiempo ya que no se talla a la</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al jalar la espina apical con pinzas se obtienen fibras cortas y en menor cantidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtiene una mayor cantidad de ixtle de cada planta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al tallar las hojas externas de la roseta el ixtle resultante es verde, grueso y de mala calidad.</li> <li>• No se regenera la planta, ni producirá hijuelos.</li> </ul> |

|   |  |                               |  |  |  |
|---|--|-------------------------------|--|--|--|
| recurso, la planta tendrá hijuelos que luego se aprovecharan. |  | planta para obtener el ixtle. |  |  |  |
|---|--|-------------------------------|--|--|--|

Los talladores mencionan que además de extraer la fibra con maquina, se puede obtener “manualmente” con la ayuda de una cuchilla sin filo y un tridente, poca gente conoce la técnica y Campos (1961) la detalla así:

Colocando el banco en el lugar apropiado para que no tambalee, el trabajador toma la penca por su base, la pone sobre el banco y apoya fuertemente sobre ella una cuchilla sin filo llamada “tallador”, jalando la penca hacia sí. El poco filo del instrumento arranca las partes suculentas de la hoja, el trabajador enreda las puntas de la fibra en un madero llamado “bolillo” y al tomar el mismo en una de las manos sigue pasando la penca por debajo del tallador que se oprime con la otra mano. Le da tantas pasadas como sea necesario para dejar las fibras limpias de los restos suculentos, ya limpias las fibras se les pone al sol para que se sequen. Valero (1946) añade que a menudo los trabajadores comienzan a efectuar una especie de escarda en el cogollo con ayuda del tridente, tomándolo por uno de sus extremos el cogollo y pasando repetidas veces el tridente en forma de arado hacia el extremo libre, luego de forma inversa.

La técnica manual tiene como principal desventaja (Cuadro 2) que es muy tardada; aunque se paga al doble el kilo de ixtle, se tarda más del quintuple de tiempo el obtener un kilo de ixtle con tallado a mano que en maquina, por tal también se recomienda el uso de la maquina.

Cuadro 2. Ventajas y desventajas de las 3 técnicas de recolección de la planta

| Tallado con maquina   |   | Tallado a mano   |   |
|---|---|--|---|
| Ventajas  | Desventajas   | Ventajas   | Desventajas   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El ixtle resultante es de buena calidad pero no tanto como el resultante del tallado a mano</li> <li>• En una hora de tallado se obtiene mucho más ixtle que en una jornada de tallado a mano, lo que se traduce en una mayor remuneración.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se vende más barato el producto final.</li> <li>• Se debe de invertir en la fabricación de la maquina talladora (Cuadro 3).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se vende más caro el producto final.</li> <li>• El ixtle es de mayor calidad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tarda demasiado tiempo en tallar un solo cogollo</li> </ul> |

### Comercialización del Ixtle

Ninguna persona entrevistada menciona que el ixtle debe tener algunos cuidados para mantenerse en perfectas condiciones, Valero (1946) da las siguientes indicaciones:

- Para evitar su deterioro el ixtle se debe almacenar en bodegas o centros de acopio amplios para permitir el fácil acceso, frescos, con una buena aireación y protegido contra las lluvias y la humedad ya que esto propiciaría el desarrollo de hongos que afecten la calidad de las fibras. El transporte puede ser por cualquier medio intentando respetar los cuidados antes mencionados. Las bodegas venden a las empresas fabricantes de lazos, costales, manta, cepillos, escobetas, escobas, sacos, brochas, alfombras y jabones; o en la construcción mediante una mezcla con la resina poliéster se forma el ixtle reforzado, y adquiere propiedades semejantes a la fibra de vidrio pero más resistente a altas temperaturas.

Gómez (1995) reporta que existen muchas personas produciendo ixtle en alrededor de 1 035 ejidos, la mayoría en Coahuila (320) seguido de San Luis Potosí, el estado con menos ejidos productores es Zacatecas (55), mientras mayor es el número de ejidos productores en un estado, mayor es la producción de ese estado siendo Coahuila el mayor productor con más del 50 % de la producción total del país y Zacatecas el menor (5%). Un 90% de la fibra se exporta a los Estados Unidos, Canadá, Venezuela, Argentina, Brasil, Italia, Francia, España y Alemania.

Si es tal la demanda de ixtle, se necesita hacer llegar este trabajo a los productores para mejorar sus procesos, así conseguir una mayor cantidad de producto y tener una mayor remuneración por su trabajo, esto se traduce en una mejor calidad de vida, y para las personas de la región que carezca de recursos, en este trabajo se intenta hacer una cotización de los gastos que necesitarían para empezar a producir la fibra y la remuneración que obtendrán.

El producir ixtle a partir de *Agave lechuguilla* es un proceso barato, tomando en cuenta que la materia prima (lechuguilla) se encuentra en abundancia en las laderas de los cerros de todo el desierto chihuahuense, por lo cual los extractores no invierten gran cantidad de dinero, el poco que se invierte es en la fabricación de la máquina talladora, el descogollador y en la Oaxaca, aunque se ha visto que estos últimos 2 instrumentos son en realidad muy austeros ya que se elaboran con trozos de madera de árboles caídos y ramas, unos pedazos de alambre o lazo viejo y trapos usados o ropa rota. En el caso de la máquina talladora es preciso invertir en:

Cuadro 3. Costos para elaborar una maquina talladora e iniciar un pequeño negocio para la extracción y venta de ixtle

| <b>Concepto</b>                             | <b>Precio (MercadoLibré, 2012)</b>       |
|---|--|
| <b>Batería</b>                              | \$1 500.00 pesos cada 3 años.            |
| <b>Varios metros de cable</b>               | \$50.00 pesos                            |
| <b>Madera de 3<sup>a</sup> para la caja</b> | \$30.00 pesos la tabla x 5<br>(\$150.00) |
| <b>Clavos</b>                               | \$30.00 pesos el kg                      |
| <b>Una mesa viejo o en su defecto nueva</b> | \$500.00 pesos                           |
| <b>Motor de lavadora</b>                    | \$1 200.00 pesos                         |
|   | <b>\$3 430.00 pesos</b>                  |

Se gastarían alrededor de \$ 3 430.00 pesos, para tener lo necesario y producir ixtle solo con la necesidad de cambiar la batería al final de su vida útil. Si en una hora un productor extrae 1.5 kg de ixtle, en una jornada de 8 horas producirá 12 kg, cada uno se vende a \$ 13 entonces se ganaran \$ 156.00 pesos al día, sin contar el costo del medio de transporte requerido para acceder a las poblaciones de lechuguilla. Regularmente los extractores usan una camioneta para transportarse a los sitios de recolección, si un litro de gasolina rinde en promedio sin acelerar demasiado 14 km en una camioneta en buen estado (CONUEE, 2012), y cuesta 10.18 pesos el litro (INPC, 2012), tomando en cuenta que recorren 12km para llegar al lugar de recolección (gastan 1.7 L de gasolina al día) entonces gastan \$ 17.50 peso en gasolina al día, lo cual les dejara con \$ 138.5 pesos aproximadamente al día, por tal la inversión inicial se pagaría en 25 días teniendo 64 días de ganancia hasta cumplir tres meses y tener que reinvertir en una batería nueva.

La anterior es una proyección para una persona que trabajara todos los días, tomando en cuenta que estas personas no obtienen fibra todos los días ya que la candelilla no está en buenas condiciones para la extracción del ixtle todo el año, en cambio si se cultiva la lechuguilla se tiene seguro el recurso de por vida; y por ende la extracción de fibra de ixtle es un negocio rentable.

Si se desea cultivar la lechuguilla para asegurar la materia prima, además hay que invertir en un gran terreno si no se tiene, en la compra de semillas (no se encontró venta de semillas en México, pero se importan semillas de lechuguilla desde Alemania, 1241 semillas de Agave lechuguilla por 4.99 Euros (rareplantas, 2012)) o de plantas, si no se pueden extraer de su ambiente, si se quiere apurar el germinado y crecimiento se debe invertir en agua, insecticidas, abono, tierra, propagadores, pero no se requiere un invernadero como tal ya que se encuentran en su medio.

### **Cultivo de la Lechuguilla**

Una buena opción es crear lugares de mantenimiento y reproducción de este agave por lo cual proponemos el siguiente método (Valero, 1946):

El cultivo del agave se torna más fácil y barato si se reproduce vegetativamente, trasplantando las plántulas.

Se sabe que la lechuguilla prospera con gran ventaja en suelos acondicionados, que en los arcillo-calcáreos en que comúnmente se le encuentra, así pues, existen plantas que accidentalmente se encuentran en suelos de cultivo, como lo son los francos, por lo cual recomendamos se le cultive en ellos.

Para que este agave pueda ser introducido al cultivo se deben efectuar varias labores que tienen como objetivo facilitar más las operaciones en el campo, tales trabajos son la instalación de viveros.

Las operaciones principales que requiere el cultivo son:

- **Apertura y ruptura de la tierra:** tiene por objetivo, desintegrar la capa de tierra de consistencia rocosa que se ha formado en la superficie del suelo debido a la inactividad del terreno; renueva de esta forma las capas del mismo, y proporciona aereación a las capas inferiores, para poner a disposición de la nueva planta las sustancias en un grado más asimilable. La ruptura de la tierra puede darse en cualquier época del año, dada la rusticidad de la planta; pero la profundidad de esta labor debe ser aproximadamente de 0.50 m.
- **Zanjeo:** consiste en formar por medio del tractor o por bestias, zanjas a lo largo del terreno, con una separación entre una y otra de 0.5 m que es a la distancia que puede ir la nueva planta, las zanjas deben alojar a la planta, para que en sus primeros días tenga una mayor protección.
- **Plantación:** consiste en colocar la planta a unos 0.5 m de distancia entre una y otra para su libre desarrollo, la pequeña planta, se coloca ejerciendo una pequeña presión sobre su raíz como si se tratara de encajarla, debiendo quedar precisamente en el vértice que forman los dos planos inclinados de la zanja, si se le agrega un mejorador, este es el mejor momento para ello, pues en caso de que se requiera, se ejecuta procediendo de inmediato a tapan el pie de la raíz, es decir, los espacios que quedan libres, con lo anterior se consigue, proporcionar un medio de sostén a la planta, para que esta no sea derribada fácilmente, a la misma vez se le acercan los elementos necesarios para que se nutra y se desarrolle en un ambiente sano.

- Riego de la planta: después de que el organismo es plantado se procede a dar un ligero riego, con el fin de conseguir un acomodo más perfecto entre la raíz y la tierra con que se ha tapado las raíces, la práctica del riego debe efectuarse de los lugares primeramente plantadas a las que lo fueron más recientemente, por lo cual en la plantación deberá procurarse iniciar de las partes más altas del terreno a las más bajas, para que al iniciar el riego ligero, no se incluya más mano de obra; en el caso de que no se disponga con agua de riego deberá procurarse que la plantación se efectúe en un corto tiempo antes de las primeras lluvias, para que, cuando las máximas lleguen, el suelo se encuentre bien fijado y no sea objeto de arrastre causado por las corrientes.
- Cuidados: con la finalidad de que la planta se desarrolle libremente, que tenga todo lo necesario y que carezca en lo absoluto de todos los objetos o plantas nocivas, esta práctica consiste efectivamente, en que el plantío se encuentre libre de yerbas invasoras que le roben los elementos nutritivos, así como la humedad.

## **Candelilla**

### **Cultivo y Recolección de la Candelilla**

Maldonado (1979) menciona que para recolectar esta hierba los candelilleros recorren hasta 35 km desde los puntos de extracción, debido a que se ha acabado con las poblaciones de plantas más próximas, por lo cual se hace necesaria la creación de lugares de mantenimiento y reproducción de la euforbia, en este mismo tema, del Campo (1986) menciona que se han llevado a cabo programas de reforestación de la candelilla mediante el trasplante de tallos y raíz, ya que la reproducción por semilla no es viable económicamente; los productores que encuestados también mencionan que existen estos programas, sin embargo para este trabajo nunca pudieron verse ya que los colectores acuden a campo y no ha ellos, por lo cual se puede deducir que no se está laborando en estos, o que son lugares que quedan aun más lejanos, así que, recalamos que deben crearse lugares más cercanos y deben producir candelilla constantemente.

Por lo anterior proponemos el siguiente método de cultivo (Villa, *et al.*, 2010) donde la producción de candelilla se da por estacas, y la mejor producción es tratándolas así:

- Se tomaran del campo plantas completas con raíces, sanas y vigorosas. Se llevan a un lugar sombreado y se dejan de cinco a siete días, después se llevan a un invernadero donde se seleccionaron estacas de tallos de 20 cm con tres nudos. Éstas se sellan en la parte superior con vaselina y se tratan en su parte basal con una solución de captán 50 a razón de 1 g/litro<sup>-1</sup> de agua con el fin de prevenir pudriciones radiculares. Antes de la plantación, se llenan bolsas de plástico con un sustrato de turba con perlita y vermiculita (1:1:1, v:v:v), se les aplica al sustrato 1 litro de agua con el fin de humedecerlo, se deja 24 horas para que drene el exceso de agua y se plantan las estacas; se riegan inmediatamente y los riegos subsecuentes se aplican de dos a tres veces por semana.

Alarcón (1945) menciona que existe un segundo modo de recolección además de sacar al organismo de raíz, y se realiza mediante la ayuda de cuchillos u hoz, cortan la planta por su parte basal. Ambos procesos tienen sus pros y contras (Cuadro 4), desde el punto de vista ecológico el cortar la planta es la mejor técnica. pero desde el punto de vista del mejoramiento de la calidad de vida de las personas del desierto y el mejoramiento de los procesos de producción, sacar la planta de raíz produce menos pérdida de producto, con esto mayores ganancias a largo plazo y por tanto es la mejor técnica.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de los 2 métodos de recolección de la candelilla

| Sacar la planta de raíz   |  | Cortar la planta por el tallo   |   |
|---|--|---|---|
| Ventajas  | Desventajas  | Ventajas  | Desventajas   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Se pierde menos producto, lo que se traduce en una menor pérdida de ingresos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>El suelo queda expuesto al intemperismo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La planta regenerara, ya que se dejo la raíz, los tallos internos y parte de los tallos externos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Produce una mayor laceración y por ella se pierde cera.</li> </ul> |

### Extracción y Refinación de la Cera

La planta serosa es el resultado de secreciones epidérmicas, las cuales dormán una capa superficial impermeable al paso del agua. Achicalar la planta es una buena técnica, se sabe que la capa cerosa es el resultado de secreciones epidérmicas que crean esta capa superficial impermeable al paso del agua (Granados, *et al.*, en prensa), cuando la acción del sol es mucha con lo cual evitan la desecación, por ende mientras se encuentre más tiempo a plena luz del sol, producirá más cera. Aun así, la cera extraída de una planta de *Euphorbia antisyphilitica*, es muy poca, representa del 2 % al 2.8% (según el autor, del Campo, 1986 el 2- 2.5; 8% y Alarcón, 1945 el 2.8%) de su peso total, algunas investigaciones científicas se han propuesto varios métodos además del ácido sulfúrico para disminuir el contenido de resinas y aumentar la cantidad de cera. Se ha demostrado la extracción de resinas mediante solventes específicos disminuye los componentes resinosos, y que se oxidan por medio de peróxidos, permanganatos y ácido crómico, o el uso de ácido nítrico, alcohol etílico, solventes y centrifugado para aumentar la producción (Saeedi y Maldonado, 1982).

### Comercialización de la Cera

Las refinadoras procesa el cerote proveniente de los ejidos de los alrededores y la mayor parte de la producción es dirigida hacia el mercado internacional y en menor medida al nacional, el 90 % de la producción se exporta a los Estados Unidos, Japón, Alemania, España, Francia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Italia, Colombia y Argentina. En 2005 el precio de exportación a Italia de 100 gr de cera era de \$52 pesos (Granados, *et al.*, en prensa).

Alarcón (1945) menciona otros cuantos usos que se le dan a la candelilla como lo son: en la elaboración de cosméticos, chicles y otros dulces, si la cera se fundición y se moldean para hacer figuras de precisión o como aislante para cables en la industria eléctrica y electrónica, en la

fabricación de lubricantes, fuegos artificiales, anticorrosivos, cementos, grasas, antioxidantes, tintas para carbón, como diluyente para la cera de abeja, carnauba y como agente a prueba de ácidos, para el grabado de agua fuerte. Granados, *et al.*(en prensa) menciona que la cera de candelilla es usada además en: procesos de litográficos para imprimir y estampar, en la preparación de compuestos celuloideos, en la fabricación de materiales a prueba de insectos, curtientes para cuero, linoleum, compuestos para proteger metales, compuestos para moldeo (odontología, piezas fundidas con precisión), en ungüentos, en discos fonográficos, en propulsores para proyectiles, cerillos, bujías de cera, en la fabricación de jabones, como endurecedor de textiles, en preparaciones farmacéuticas, como cera emulsionada para recubrir quesos, frutas y legumbres (evita la pérdida de humedad); en particular para recubrimientos, terminados y abrillantadores que requieren alto punto de fusión.

Contrario al caso del agave lechuguilla, para iniciar un negocio de extracción y purificación de cera de candelilla no se requiere mayor inversión, ya que el ácido y la paila son proporcionados por la empresa a la cual se vende el cerote, el único coste que tiene que correr de cuenta del extractor es el requerido para el medio de transporte, para el agua, y para los tambos y la cuchara espumadora. Cada productor gasta 400 L de agua por cada pailada, realizando 6 pailadas al día (186 al mes), es decir extrae 36 kg de cerote al día (1116 kg) y gasta 74400 L de agua al mes, esa cantidad de agua cuesta 10.80 pesos cada 1000 L por tanto gastan 803.52 pesos al mes por el uso de agua (Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila, 2012): por otro lado, si un litro de gasolina rinde en promedio sin acelerar demasiado 14 km en una camioneta en buen estado (CONUEE, 2012), y cuesta 10.18 pesos el litro (INPC, 2012), tomando en cuenta que recorren 35km para llegar al lugar de recolección (gastan 5 L de gasolina al día y 155 L al mes) entonces gastan 1578 peso en gasolina al mes. Y si le pagan a 31 pesos 1 kg recibirá 34 000 pesos al mes, le sobrarán aproximadamente 32 mil pesos para comprar mantener a su familia y lo necesario para su negocio, al igual que en el caso de la lechuguilla esto es una proyección para una persona que trabajara todos los días, pero estas personas no producen todo el año ni todos los días ya que la candelilla no está disponible todo el año, aun así entonces tenemos que si se cultivara la candelilla vegetativamente (ya que los costos son más bajos) para tenerla a nuestra disponibilidad todo el año, la producción de cerote sería un buen negocio.

Si se planea cultivar la candelilla para asegurar la materia prima, además hay que invertir en un gran terreno si no se tiene, se recomienda cultivarlas por estacas ya que es mucho más fácil y barato, y solo hace falta conseguir una planta de candelilla para criar una gran cantidad de ellas.

## **Sotol**

### **Recolección del Sotol**

Debemos señalar que aunque el *Dasyliirion cedrosanum* es la especie más usada para producir sotol por su gran tamaño (López, 2005), no es la única (Tunnell y Madrid, 1991; Granados, *et al.*, 2012; y López, 2012), sino que también se usa:

- *D. stewartii* I.M. Johnston.
- *D. texanum* Schelee.
- *D. heterocanthum* I.M. Johnston.
- *D. leiophyllum* Englm.
- *D. whesleri* Wats.
- *D. berlandieri* Wats.
- *D. palmeri* Trel.
- *D. lucidum* Rose.
- *D. leiophyllum* Engelm. ex Trel.
- *D. glaucophyllum* Hook.
- *D. acrotriche* var. *parryanum* Trel.
- *D. graminifolium* Zucc.
- *D. duranguense* Trel.
- *D. longissimum* Lem.

Todas estas especies son usadas pero en menor medida, esto debido tanto a su poca abundancia como a su pequeño tamaño.

### **Extracción de la bebida alcohólica de Sotol**

Los recolectores de sotol cortan hasta 35 piñas al día, Tunnell y Madrid (1991) en comparación, dicen que se obtienen aproximadamente 600 ejemplares por colector al mes (20 al día) y se cuecen aproximadamente 300 piezas para conseguir 150 L por cada sesión de 2 semanas aproximadamente; al mes se obtienen 300 L; el sotol se recolecta durante todo el año y por tanto, al año se obtienen 1 200 L de sotol, pero los recolectores no mencionan que las plantas tienen mejores cualidades para su industrialización en el otoño. De 1980 al año 2000, el número de ejidos en Durango, dedicados a su aprovechamiento se incrementó de manera notable; entre ellos destacan Santa Rosa, Comunidad de San Juan de Guadalupe, Nuevo Nazas, Graciano Sánchez y Torrecillas, en donde se dedican a esta actividad entre 15 y 20 productores (Tunnell y Madrid, 1991).

### **Comercialización de la bebida alcohólica de Sotol**

Para los productores y para Tunell y Madrid (1991) existen 3 tipos de sotol: el de punta, el de segunda y el de tercera, después de realizar varias destilaciones del sotol, el de punta y el más rebajado generalmente se mezclan para unificar la concentración de alcohol y que esta se encuentre dentro de los límites que les autoriza la Secretaria de Salubridad. Mencionan también que alrededor del 40 % de los 1200 L obtenidos corresponde al sotol de punta o de primera, el resto a la segunda y tercera categorías.

Además de lo anterior la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-159-SCFI-204 BEBIDAS ALCOHÓLICAS-SOTOL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA, señala que existen 4 tipos de sotol en el mercado:

- El sotol blanco: producto cuya graduación alcohólica comercial debe ajustarse con agua de dilución (mínimo 35°, máximo 55°).
- Sotol joven: es el resultado de la mezcla del sotol blanco con sotol reposado y/o añejo de 1 a 2 meses, es un producto susceptible de ser abocado, cuya graduación alcohólica comercial debe ajustarse con agua de dilución (mínimo 35°, máximo 55°).
- Sotol reposado: producto susceptible a ser revocado, que se deja por lo menos 2 meses en recipientes de madera de roble, encino, acacia, castaño, haya, fresno, u otras alternativas tecnológicas, cuya graduación alcohólica comercial debe ser ajustada con agua de dilución (mínimo 35°, máximo 55°). En mezclas de diferentes sotoles reposados, la edad para el sotol resultante es el promedio ponderado de las edades del volumen de componentes.
- Sotol añejo: Producto susceptible de ser abocado, sujeto a un proceso de maduración de por lo menos un año en recipientes de madera de roble, encino, acacia, castaño, haya, fresno, cuya capacidad máxima sea de 210 L u otras alternativas tecnológicas y con una graduación alcohólica comercial que debe ajustarse con agua de dilución (mínimo 35°, máximo 55°). En mezclas de diferentes sotoles añejos, la edad para el sotol resultante es el promedio ponderado de las edades y volúmenes de sus componentes.

Según los vinateros, el valor está regido por la oferta y la demanda, de tal manera que el litro de primera se vende a \$35.00, el de segunda a \$28.00 y el de tercera no se vende; sin embargo para la NOM-159-SCFI-204 el precio del sotol debería ser según el tiempo de reposo, de \$ 40.00 una botella de 750 ml de sotol blanco y hasta 90.00 pesos una de sotol añejo, la diferencia de precios según estudios de mercado, se debe a que no existe una denominación de origen del producto final, y, además es necesario que se envase para favorecer la venta de su producto (Tunnell y Madrid, 1991). Los mismos productores están proponiendo mayor interés a su producto ya que ahora están buscando esa denominación de origen, así como el envasado del producto.

Dentro de los subproductos que se obtiene durante el proceso de elaboración del sotol, se encuentra el bagazo el cual se divide en fibra y carnosidad, estos 2 pueden ser aprovechados como alimento de ganado o para elaborar ladrillo, relleno de tapicería, como cepa en la producción de hongos comestibles, fibras para la industria papelera, sustratos de vegetales y composta. La fibra se puede emplear para relleno de colchones, o para la elaboración de aglomerados en las compañías muebleras, en la elaboración de arpillas o costales, del sotol se extrae inulina (azúcar), valiosa en la industria farmacéutica para medir el índice de filtración glomerular, proporciona información excelente acerca del volumen sanguíneo que atraviesa los glomérulos del riñón y de su capacidad funcional (Granados, *et al.*, 2012).

Existen dos opciones para la venta del sotol (Tunnell y Madrid, 1991); 1.- y la que los productores mas usan es vender el producto final de manera directa en las vinatas, ya que los primeros no puede cubrir los costos que supone el almacenamiento; y 2.- es el menos usado y consiste en que un comisionista compra el sotol en el sitio de producción (vinata) y lo manda a un centro de acopio, propiedad de un “acaparador”, quien le paga una comisión por los litros de sotol enviados y cubre los gastos de transporte. El acaparador es un comerciante que posee la infraestructura para el almacenamiento y acarreo, que le permite guardar el producto hasta que adquiera un valor comercial atractivo, como ocurre desde la segunda quincena de septiembre hasta diciembre de cada año, cuando las ventas alcanzan su punto más alto; mientras que la menor demanda se presenta de fines de febrero al mes de julio.

Durante el año 1999 México exportaba 11 millones de litros de sotol, que para el año 2003 decreció a tan solo 2.5 millones de litros, cuyo principal destino son E.U. y Japón. Los estados que más sotol extraen dentro de la republica son: Chihuahua, Durango y Coahuila (Granados, *et al.*, 2012).

Para autores como López (2005) producir sotol tiene varias ventajas como que una hectárea de sotol tiene mayores beneficios que cultivar una hectárea de muchos otros cultivos tradicionales, además estos beneficios no requieren grandes inversiones ni la producción a gran escala y existe un aumento en la demanda de este producto ya que actualmente se está difundiendo mas su existencia.

Si alguna persona quiere iniciar un pequeño negocio productor de sotol, como la que tienen los pobladores de Cuencamé, la inversión inicial seria más cara que en el caso de la candelilla y de la lechuguilla; pero aun así rentable.

Robles (2009) menciona que se necesitaría una inversión inicial de \$1 530 000 pesos para arrancar una mediana empresa productora de sotol, el equilibrio de inversión-ganancias se daría al

mes 30 teniendo una producción 4.65 toneladas por mes de sotol, y ventas de \$50 000 pesos por mes.

En este caso, se cree que para un pequeño negocio se necesita invertir en la compra de:

Cuadro 5. Costos para iniciar un pequeño negocio de producción de sotol

| <b>Concepto</b>  | <b>Precio (MercadoLibre, 2012)</b> |
|--|------------------------------------|
| <b>Machete para cortar las cabezas</b>   | \$60.00 pesos                      |
| <b>Hacha para picar y deshojarlas las cabezas</b>                              | \$180.00 pesos                     |
| <b>Pala para hacer los hoyos</b>   | \$80.00 pesos                      |
| <b>Pico para hacer los hoyos</b>   | \$180.00 pesos                     |
| <b>Cubetas para colocar fermentos, destilados, picado de las cabezas, etc.</b> | \$50.00 c/1 x10 (\$500.00)         |
| <b>Piedras basálticas como cama dentro del hoyo</b>                            | \$200.00 (pesos 1m <sup>3</sup> )  |
| <b>Leña para quemar por cada sesión</b>  | \$0.00 (usan las hojas del sotol)  |
| <b>Cazo de cobre grande</b>  | \$5 000.00                         |
| <b>Metro de tubo de cobre de ¾ de pulgada</b>                                  | \$70.00 pesos                      |
| <b>Metro de manguera</b>   | \$60.00 pesos x 10 m               |
|  | <b>\$6 330.00 pesos</b>            |

El barril o embudo de madera se debe improvisar porque no existe en el mercado, además otro problema es la creación de la pileta que enfría el destilado, es difícil saber cuánto se cobraría su construcción ya que cada persona cobra diferente y no hay un estándar; haciendo un cálculo somero podría ser que se inviertan unos 10 000 pesos como inversión inicial (MERCADOLIBRE, 2012).

Si tomamos en cuenta que se obtienen 3 000 L al mes y que 40 % (1 200 L) corresponde al sotol de punta o de primera, el resto a la segunda y tercera categorías (900 L de segunda y 900L de tercera), el litro de primera se vende a \$35.00, el de segunda \$28.00 y que el de tercera no se vende tendríamos que al mes se ganarían \$42 000.00 pesos por el sotol de primera y \$25 200.00 por el de segunda, es decir 67 200 pesos al mes, en un mes se pagaría la inversión inicial.

Además si se quiere cultivar el sotol para asegurar la materia prima, además hay que invertir en un gran terreno si no se tiene, en la compra de semillas preferentemente (. Se importan semillas desde Alemania: 8071 semillas por € 4,79 de de *Dasyilirion berlandieri* var. berlandieri; 2406 por semillas € 4,99 de *Dasyilirion cedrosanum*; 3685 sobre de semillas € 4,99 de *Dasyilirion texanum*; 8021 semillas por € 4,99 de *Dasyilirion wheeleri* var. durangense; y 2039 semillas por € 4,99 de *Dasyilirion wheeleri* var. wheeleri (rareplantas, 2012)) o de plantas (solo se encontró la venta en

Europa de *Dasyilirion longissimum* una planta por 462 € (Eurolivos, 2012)), si no se pueden extraer de su ambiente, si se quiere apurar el germinado y crecimiento se debe invertir en agua, insecticidas, abono, tierra, propagadores; no se requiere un invernadero como tal ya que se encuentran en su medio.

### **Cultivo del Sotol**

Por lo anterior es una buena opción cultivar el sotol, el método de cultivo de sotol es el siguiente (Robles, 2009):

El cultivo del sotol se desarrolla en forma natural, en Coahuila se están desarrollando lugares de cosecha. Después de una espera de 7 u 8 años posteriores a la siembra, la planta alcanza su madurez. El sotol para su cultivo requiere de climas semicálidos y semidesérticos; los mejores suelos para el cultivo del sotol son los de texturas arcillosas y migajón arcilloso permeable, abundante en elementos derivados del basalto, rico en hierro de color rojizo claro.

Los requisitos de agua para el buen desarrollo de la planta de sotol considerando su hábitat son de 400 a 800 mm anuales, bien distribuidos en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre. La temperatura a las cuales está expuesta naturalmente va de los 35 °C en zonas semidesérticas hasta los 22 °C en zonas templadas, pero soporta temperaturas desde los 18 hasta los 38 °C. El sotol se adapta bien desde los 600msnm pudiéndose desarrollar hasta los 1900 msnm, las plantaciones en alturas superiores rebasan su desarrollo, las adaptaciones a condiciones extremas generan bajo crecimiento y baja concentración de azúcares a la planta.

La preparación del terreno para el cultivo del sotol consiste en:

- Desmonte o tumba-roza y quema (en caso de que el terreno no esté abierto para el cultivo)
- El subsoleo, cuya finalidad es aflojar o romper la capa arable del suelo para permitir mayor aeración y filtración del agua.
- Barbecho mecánico o con animales de trabajo (yuntas) para aflojar la capa arable del terreno. Se recomienda que la profundidad sea de 20 a 30 cm. La finalidad de este es airear el suelo y eliminar con ello diversos insectos. Se recomienda efectuarlo durante los meses de mayo y principios de junio.
- Rastreo mecánico, se hace con el propósito de mulir el suelo, se trazan surcos y melgas, lo cual influye directamente en la cantidad de plantas por hectárea. La relación de todas estas actividades depende de las condiciones del terreno, el grado de mecanización, la capacidad económica y el sistema de producción. Estas actividades se realizan durante el primer año de la plantación.

- Se traza el campo, estableciendo líneas del surcado con base en la morfología del terreno, trazando sus curvas de nivel y considerando si son terrenos con topografía de lomerío, planos, valles o con pendientes accidentales, con el propósito de darle salida a las escorrentías del agua de lluvia, facilitar el sistema de drenado y evitar encharcamientos y erosión hídrica que pudiera ocasionar la posible presencia de enfermedades fungosas.

En terrenos con inclinación acentuada se pueden sembrar de 2 000 a 3 000 plantas por hectárea para tener un rendimiento de 100 toneladas por hectárea de piñas y alrededor de 8000 hijuelos, en lugares pedregosos pueden sembrarse un poco menos, en superficies difíciles de limpiar no es posible sembrar más de 400 plantas por hectárea, la población optima es de alrededor de 2 000 plantas por hectárea. Se recomienda dejar un espacio de 2 m entre sotol y sotol, en las laderas y cerros las plantaciones deben realizarse con trazo de curvas a nivel, formación de terrazas y compactación de bordo, talud y cresta.

Cuando la plántula o hijuelo cuenta con una altura entre 20 y 30 cm, es indispensable realizar el trasplante del vivero para su desarrollo controlado, una vez que alcanzan un peso de 750 gr son llevados al terreno de cultivo, cuidando en todo momento no dañar las raíces, el suelo en donde será trasplantado deberá tener buena humedad.

En condiciones de temporal es recomendable iniciar el trasplante en hileras una vez se haya establecido el ciclo de lluvias, idealmente entre el 15 de junio y el 30 de julio, cuando la capacidad de campo o las condiciones de humedad están en su punto.

Cuando el agave es trasplantado deberá mantenerse libre de malezas a su alrededor. Las malas hierbas son plantas indeseables que compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes básicos, y son hospederas de plagas y enfermedades, por lo que es de gran importancia el mantener libre de estas a la plantación durante todo su ciclo fenológico. La limpieza se deberá realizar en forma manual, usando una pala en varios periodos. Un herbicida de acción sistémica, no selectivo y efectivo para el control de las malezas es el Glifosato al 41 % GLYFOS. La dosis recomendada es de 1.5 a 3 litros por hectárea, dependiendo de la densidad de malezas y su tamaño.

El desahije se llevara a cabo después del tercer año de replantado el sotol, cuando su crecimiento no sea menor a 40 cm de altura. Para hacerlo se rasca y se descubre la base del tallo del hijuelo de la planta madre, con una barreta se desprende este y se deposita junto con un poco de tierra en un recipiente, caja de madera, bolsa de ixtle o costal, de manera tal que se preserven las condiciones de su medio para evitar su deshidratación y facilitar su traslado y tratamiento posterior.

El saneamiento tiene como objetivo la eliminación de residuos de partes vegetativas secas o lesionadas de la planta, así como de la piña, durante su periodo de adaptación y desarrollo. Una vez que se podan o se arrancan, estas partes deben ser retiradas y aisladas para evitar la posible contaminación de la plantación, y, posteriormente se lleva a cabo un composteo de las mismas.

La fertilización orgánica en suelos con características de texturas arcillosas es reducida ya que estas cuentan con buena fertilidad. No es así para los suelos pobres y de bajo contenido de nutrientes N, P y K, por lo que, en estos casos, es recomendable primero realizar un análisis de laboratorio de la proporción y de la cantidad en que están disponibles y asimilables para la planta, con la finalidad de determinar las necesidades de la plantación, la planta responde a la adición de materiales en forma orgánica tales como abono de res, de caballo y gallinaza, a una dosis de 0.5 a 1 kg por cepa de planta.

El desquiete consiste en cortar el escapo floral o quiate cuando alcanza esta una altura de 50 cm. Con esta práctica se provoca que los azúcares de la planta se concentren en la piña. La planta permanece en reposo durante varios meses antes de su jima. Si no se efectúa el desquiete, la planta utiliza sus reservas en la formación del quiate y cuando este florea la planta muere.

El sotol puede tener plagas como:

- Picudo del agave (*Schylphophorus acupuntatus*), el daño es ocasionado por la larva, la cual, al alimentarse dentro del rizoma, produce perforaciones que disminuyen el sistema radical de la planta. El control de esta plaga mediante prácticas culturales incluye el uso de semilla sana en la reproducción de la planta. El tratamiento de la semilla con agua a 55 °C por 20 min da buenos resultados.
- Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), es un gusano que nace de un escarabajo y se alimenta de las raíces de la planta. Para el control biológico pueden utilizarse hongos entomopatógenos nativos e incluso, o bioinsectidas a base de hongos.
- *Fusarium sp.*, es un hongo patógeno que puede afectar a las plántulas, plantas jóvenes y plantas maduras. En las plántulas y plantas jóvenes ocasiona una muerte rápida, en la planta madura exhibe dos tipos de síntomas, puede notarse en un achaparramiento de la planta con un marchitamiento en las hojas, cuando el tallo es cortado se observa una coloración café en el tejido vascular y posterior muerte de la planta.
- Antracnosis (*Colletotrichum agaves*) este patógeno puede atacar la mayoría de las partes de la planta. Se identifica por manchas negras alargadas o redondas en el tallo y hojas. El daño inicial se presenta como pequeñas lesiones de color café en las hojas, que van creciendo hasta que secan completamente a la planta.

## UMA

Como se muestra en este escrito, al parecer en México no existen lugares donde se preocupen por la conservación y, produzcan semillas y/o ejemplares de ninguna de las tres plantas estudiadas en el presente trabajo, así que sería una buena opción para obtener ingresos y sustentar a estas plantas la ceración de UMAs.

La SUMA incorpora dos modalidades generales de producción y aprovechamiento de la vida silvestre, las unidades de producción intensiva donde se promueve la reproducción de especies nativas o exóticas, mediante manipulación directa y manejo zootécnico, bajo condiciones de estricto confinamiento, con objetivos encaminados a la investigación, conservación, exhibición y comercialización. Las funciones de estos sería para producir pie de cría, banco de germoplasma, alternativas de producción para especies amenazadas, en apoyo a la educación ambiental donde se señala el acoplamiento de la productividad del campo con la conservación del mismo y la investigación, aquí se encuentran los aviarios, herpetarios, criaderos de mamíferos, bioterios y viveros entre otros posibles.

Por otro lado, las unidades extensivas operan mediante técnicas de conservación y manejo de hábitat, monitoreo de poblaciones y reproducción de especies de interés con fines de aprovechamiento, conservando aquellas que tienen un valor de uso, así como de las comunidades y ecosistemas a los que se encuentran asociados. De esta manera se pretende mantener la riqueza genética y taxonómica en prácticamente todos los ecosistemas de México asegurando el acceso a otros usos potenciales (Rodríguez, 2003).

Para que los distintos proyectos que se pueden desarrollar en una SUMA den marcha se necesita:

- a) el registro de las Unidades;
- b) Manejo del hábitat;
- c) Monitoreo de las especies de interés;
- d) Aprovechamiento controlado;
- e) Plan de Manejo;
- f) Certificación del Producto (SEMARNAT, 1996, 1997 y 2000).

### **Valor de Uso y Categorías de Uso**

Es bien sabido que la cera de candelilla es utilizada para preparar gran cantidad de productos en las industrias de la construcción, belleza, alimenticia, y decoración, además de los usos tradicionales que le da la gente campesina, por tal motivo no es de sorprende que de las 3 plantas allá sido la que tiene un mayor valor de uso (Alarcón, 1945); en el caso del agave lechuguilla en realidad no tiene más usos que la elaboración de fibra, pero su ventaja es que la fibra se puede convertir en muchos productos, solamente para el uso cotidiano de las personas como por ejemplo bolsos, costales, lasos y mantas, (Valero, 1946); en lo referente al sotol, es una planta poco conocida así que no tiene muchos usos, más que para la construcción de viviendas muy austeras, la fabricación del sotol y algunos adornos, es por ello que en este trabajo el sotol es la planta con menor valor.

## 10. Conclusiones

- ✓ Mucha gente depende de los recursos del desierto Chihuahense, por lo cual debe conservarse el conocimiento del aprovechamiento de *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Dasyilirion cedrosanum*, así como su biología para poder comprender su conservación.
- ✓ Se propone crear SUMAs que reproduzcan, mantengan y aprovechen si es posible de *Dasyilirion cedrosanum*, de acuerdo a lo descrito en este trabajo, así como la reforestación de los lugares donde aun hay pequeñas poblaciones del sotol.
- ✓ Sería conveniente crear UMAs para reproducción, mantenimiento y venta, de acuerdo a los enunciados en este trabajo tanto para *Euphorbia antisyphilitica* y *Agave lechuguilla*.
- ✓ Aprovechar las mejoras a los procesos producción de las tres plantas en base a lo descrito en este trabajo.

## 11. Literatura Citada

1. Alarcón, M.A. 1945. La candelilla su explotación, industrialización e importancia económica en el estado de Chihuahua. Tesis de Ingeniería Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. de México.
2. Alcántara, G.A.L. 2009. Flora útil de Temoaya, Estado de México. Flora Útil del Distrito de Tuxtepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. México. 118 pp.
3. Benavides, M.A., Hernández, V.R.E.M., Ramírez, R.H. y Sandoval, R.A. 2010. Tratado de botánica económica moderna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 332pp.
4. Bermúdez, A. y Velázquez, D. 2002. Etnobotánica Médica de una Comunidad Campesina del Estado Trujillo, Venezuela: un Estudio Preliminar Usando Técnicas Cuantitativas. Revista de la Facultad de Farmacia Vol. 44. Pág.: 6.
5. Bernabé, J. 2000. Principales asociaciones del desierto chihuahuense. Tesis de Ingeniería Forestal. UACH. Chapingo, Edo. de México.
6. Borja, L.G. 1962. Algunas observaciones sobre la ecología de cinco especies importantes en las zonas áridas de Chihuahua y zonas adyacentes. Tesis de ingeniería agrónoma especialista en bosques.
7. Cabrerizo, D.M.A. y Barrio, P.J. 2008. Ciencias para el mundo contemporáneo. Unidad 12: Los recursos Naturales. Editorial EDITEX. Pág.: 210-220.
8. Campos, R.M. 1961. Estudio sobre la explotación de la lechuguilla. Tlatoani, Escuela Nacional de Antropología e Historia. Época II. Núm. 14/15. Pág. 31-39.
9. Cárdenas, D., Marín, C., Suárez, S., Guerrero C. y Nofuya, P. 2002. Plantas útiles en dos comunidades del departamento del Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. Bogotá.
10. Castro, M.J.L. 1992. Caracterización de los métodos de aprovechamiento del sotol (Dasyliion spp.) en tres ejidos del municipio de Cuencame, Dgo. Tesis de Ingeniería Agrónoma. Bermejillo, Durango
11. Castro, R. 2010. Acequias No. 51. Universidad Iberoamericana, Torreón. Pág.:18-21. <http://www.lag.uia.mx/acequias/acequias51/08A51articuloCASTRO.pdf>. Consultado 22 de Febrero de 2012.
12. Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila. [http://www.agua.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11904:comision-estatal-de-aguas-y-saneamiento&catid=1193:coahuila&Itemid=100124](http://www.agua.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=11904:comision-estatal-de-aguas-y-saneamiento&catid=1193:coahuila&Itemid=100124). Consultado 14 de Mayo de 2012.
13. CONABIO (Comisión Nacional para la Biodiversidad), Biodiversidad Mexicana <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex.html>. Consultado 05 de Septiembre de 2012.

14. CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía).  
[http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7190/1/rendimientos\\_11feb\\_10.pdf](http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7190/1/rendimientos_11feb_10.pdf). Consultado 14 de Mayo de 2012.
15. Del Campo, P.R.A. 1986. Utilización y comercialización de la cera de candelilla. 4 pp.
16. DOF (Diario Oficial de la Federación). México, D.F. 16 de Junio de 2004.  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=669378&fecha=16/06/2004](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=669378&fecha=16/06/2004). Consultado 22 de Febrero de 2012.
17. Eurolivos.com venta online de árboles y plantas.  
<http://www.eurolivos.com/list.aspx?np=1&c=263&hc=262&s=1>. Consultado 20 de Septiembre de 2012.
18. García, E. 1986. Apuntes de climatología. UNAM. Instituto de Geografía.
19. Godínez, H. 1998. Los desiertos Mexicanos, sus características e importancia. Ciencia y desarrollo. 143: 17-22.
20. Gómez, T.A.E. 1995. La lechuguilla. Rescate Ecológico. Año VII. Época II. Núm. 53. Pág.: 40-41.
21. Granados S.D. y López R.F.G. 2001. Ecología y Recursos Bióticos del Desierto Chihuahuense. Inédito. UACH. Chapingo, México.
22. Granados, S.D, Hernández, G.M.A y López, R.G.F. 2012. Botánica económica del desierto chihuahuense. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. 210pp.
23. Granados, S.D., López, R.G.F., Hernández, G.M.A. Sánchez, G. J. En prensa. Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) recurso natural de anclaje para los pobladores de las regiones áridas y semiáridas de México. Aceptado para su publicación en la Revista Chapingo de ciencias forestales y del ambiente. Junio 2012.
24. Grenot, C.J. 1983. Desierto Chihuahuense fauna del Bolsón de Mapimi: ecología y conservación de los vertebrados. México, DF.63 pp.
25. Holdridge, R. 1967. Life zone ecology. Trop. Sci. Center, San José, Costa Rica. 206 pp.
26. INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Enciclopedia de los municipios de México. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_coahuila](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_coahuila). Consultado 30 de enero de 2012.
27. INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Enciclopedia de los municipios de México. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_durango](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_durango). Consultado 30 de enero de 2012.
28. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=5>. Consultado 31 de Enero de 2012.
29. INIFAP. SEMARNAT. Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Árido y Semiárido.

- [http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/Manual\\_Clima%20%C3%81rido.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/Manual_Clima%20%C3%81rido.pdf). Consultado 17 de Mayo de 2011.
30. INPC (Índice Nacional de Precios al Consumidor).  
[http://www.sat.gob.mx/sitio\\_internet/asistencia\\_contribuyente/informacion\\_frecuente/inpc/](http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/inpc/). Consultado 14 de Mayo de 2012.
  31. Köeppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México.
  32. López, B.L.A. 2005. El Sotol en Coahuila, Potencialidades y Limitaciones. Bebidas y Regiones: Historia de la Cultura Eólica en México. CONARTE. N.L./Plaza y Váldes Edit. México. Primera Edición. Pág.: 63-84.
  33. Maldonado, A.L.J. 1979. La investigación, desarrollada sobre candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) Ciencia forestal. Pág.: 3-10.
  34. MERCADOLIBRE. <http://www.mercadolibre.com.mx/>. Consultado 9 de Mayo de 2012.
  35. Mittermeier, R.A. y Goettsch, M.C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. Una compilación de Sarukan, J. y Dirzo, R. Reimpreso del libro México ante los retos de la biodiversidad.
  36. Morafka, J. 1977. A biogeographical analysis of the Chihuahuan Desert through its Herpetofauna. The Hague, Netherlands. Dr. W. Junbv.
  37. Mucio, J.R. 2008. Flora Útil del Distrito de Tuxtepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. México. 190 pp.
  38. Ochoa, R.E., Saucedo, P.S., de la Garza, H., Martínez, D.G., Rodríguez, R y Aguilar, G.C.N. 2010. Extracción Tradicional de Cera de *Euphorbia antisyphilitica*. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. Vol. 2. No. 3. 13 pp.
  39. Olivas, G.J.M., Anchondo, N.J.A., Hernández, S.J., Luján, A.C., Baca, V.J.M. y Chacón, S.J.M. 2010. La Industria del Sotol en Chihuahua: Hacia el Uso Sustentable de un Importante Recurso Natural. *VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas*.
  40. Phillips, O. y Gentry, A. 1993. The Useful Plants of Tamboata, Perú: Statical Hypoteheses Tests with a new Quantitative Technique. Economic Botany. 47(1). Pág.: 15-32. The New York Botanical Garden, Bronx. USA.
  41. Quiroga, C.R.H. 2007. Estudio Etnobotánica en el Pueblo Weenhayek de la Provincia Gran Chaco de Tarija, Bolivia. Universidad Mayor De San Simón. Facultad de Ciencias y Tecnología. Carrera de Biología. Cochabamba, Bolivia. 92 pp.
  42. Rareplants.  
[http://www.rareplants.de/shop/uploads/files\\_versions/lista\\_de\\_semillas\\_www.rareplants.de.pdf](http://www.rareplants.de/shop/uploads/files_versions/lista_de_semillas_www.rareplants.de.pdf). Consultado 20 de Septiembre de 2012.
  43. Rivera, Q. J. R. 1987. Aprovechamiento de la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) oregano (*Lippia berlandieri* Shaw.) y sotol (*Dasylyrion* spp.) en la comarca lagunera. Tesis de Ingeniería Agrónoma. Cd. Lerdo, Durango.

44. Robles, E.A. y España, M.J.L. 2008. Biomasa y Forraje, Distribución Espacial y Abundancia de la Planta de Sotol (*Dasyliirion* spp.) en el Ejido El Jazmín, Mazapil, Zacatecas, México. *Revista Investigación Científica*. Vol. 4. No. 2. Nueva época.
45. Robles, M.M. A. 2009. Establecimiento de factibilidad técnico- económico para el establecimiento de una destiladora de sotol (*Agave dasylirion* W.) en Cuencamé Durango. Tesis de Ingeniería Agróindustrial. Chapingo, Texcoco, Edo de Méx.
46. Robles, S.B.E., Martínez, R.S.J., Berumen, M.H.E., Huerta, B.R., Estrada, C.E.D., Esparza, V.A., Sánchez, M.C.H. y V. Ramírez, C. 2002. Industrialización y comercialización del sotol. *Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal (UCODEFO) Núm. 1* Zacatecas, México. 39 pp.
47. Robles, S.R. 1991. Producción de oleaginosas y textiles/ Oil Production and Fiber. Editorial Limusa. 3ª edición. 673 pp.
48. Rodríguez C.P.M.A. 2003. Aprovechamiento y manejo de *Struthio camelus* (Avestruz) en la UMA Rancho Yahen, Municipio de Huixquilucan, Estado de México.
49. Rodríguez, J.P., Good, T. y Dirzo, R. 2005. Diversitas y el reto de la conservación de la biodiversidad latinoamericana .INCI v.30 n.8 Caracas.
50. Rojas, M.R., Saucedo, P.S., de León Z.M.A., Jasso, C.D. y Aguilar, C.N. 2011. Pasado, Presente y Futuro de la Candelilla. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. INIFAP. Vol. 2. No. 6. Pág.: 7-18.
51. Ruiz, V. F. R. 1997. Conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Dirección General de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/286/ramirez.html>. Consultado 05 de Septiembre de 2012.
52. Rzedowski, J.1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México D.F. 432pp.
53. Saeedi, G.M.H. y Maldonado, G.R. 1982. Potencial de la flora de las zonas áridas. *Ciencia y desarrollo*. Núm. 47. Año VIII. Pág. 98-110.
54. SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales).1996. Ley de equilibrio ecológico y la protección al ambiente, en: *Gaceta Ecológica* No. 40:71-120. México.
55. SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. México. 207pp
56. SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Ley general de vida silvestre. 121pp.
57. SMN (Servicio Meteorológico Nacional). [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75). Consultado 14 de Febrero de 2012.

58. SNIM - INAFED (Sistema Nacional de Información Municipal).  
<http://www.snim.rami.gob.mx/>. Consultado 12 de Agosto de 2012.
59. Thornthwaite, C.W. 1931. The climates of North América according to a new classification. *Georg. Rev* 21: 655-663.
60. Tunnell, C. y Madrid, E. 1991. "Making and Taking Sotol in Chihuahua and Texas", en Powell, A. M., R.R. Hollander, J. C. Barlow, W. B. McGillivray y D.J. Schmidly (cords.). Third Symposium on Resource of the Chihuahuan Desert Region. Chihuahua Desert Research Institute, Alpine, Texas. Pág.: 145-162.
61. Valero, M. H. 1946. El agave lechuguilla, su aprovechamiento e industrialización. Tesis de Ingeniería Agrícola. UACH. Chapingo, Edo. de México.
62. Vargas V.J. 2008. El Sotol y la Persecución de los Vinateros. *Fragua de los Tiempos*. No. 759. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Unidad de Estudios Históricos y Sociales <http://www2.uacj.mx/uehs/Publicaciones/Fragua%20de%20los%20tiempos759.pdf>. Consultado 20 de Febrero de 2012.
63. Villa, C. M., Catalán, V. E. A., Inzunza, M. A., González, L. M. L. y Arreola, Á. J. G. 2010. Producción de plántulas de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) mediante estacas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. Vol. 16. Núm. 1. Pág.: 37-47.
64. West, R.C. 1964. Surface configuration and associated Geology of Middle América. Pág.: 33-83 in R.C. West ed., *Natural environment and early cultures*. University of Texas Press, Austin.