

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Aprovechamiento de la Cera de Candelilla *Euphorbia antysiphilitica* Zucc. en el  
Norte de México

Por:

**JUAN GERARDO PÉREZ LÓPEZ**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Aprovechamiento de la Cera de Candelilla *Euphorbia antysiphilitica* Zucc. en el  
Norte de México

Por:

**JUAN GERARDO PÉREZ LÓPEZ**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada

M.C. Héctor Darío González López

Asesor Principal

M.C. José Aniseto Díaz Balderas

Coasesor

M.C. Melchor García Valdez

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2014

## DEDICATORIA

Dedicado este trabajo de manera muy especial a los seres más preciados y los que más quiero en este mundo, a mis padres por enseñarme a nunca rendirme ante los problemas y nunca bajar la mirada; ya que gracias a ellos he cumplido los deseos de hacer realidad mi sueño, por ellos es la fuente de inspiración y motivación para seguir superándome cada día más, mientras se luche con fe y dedicación conseguiremos llegar a la meta deseada que uno quiere llegar.

Juan Pérez Pérez

Laura López Pérez

A mis hermanos Marilhu de Jesús Pérez L., Alfredo Díaz R., Gladis Fabiola Pérez L., Laura Guadalupe Pérez L. y Mauricio Emmanuel Pérez L. por siempre estar pendiente de mi estancia en la Universidad, por su cariño y sin importar las dificultades ellos estuvieron ahí en los momentos de tropiezos para recordarme que no estaba solo.

A mis sobrinos Jesús Alexander, Ángel Giovanni, José Daniel, Víctor Julián y Santiago Azael, Josemir de Jesus por ellos he recibido su cariño y darme una sonrisa en las buenas y las malas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por regalarme lo más preciado que tengo, la oportunidad de vivir, y por guiarme en el camino que hasta hoy me ha permitido recorrer llenándome de bendiciones.

A mi "*Alma Mater*", la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme abierto las puertas de sus instalaciones para que yo pudiera formarme profesionalmente siendo un medio muy importante en cumplir una meta más en mi vida.

Al Departamento Forestal de la Universidad y a todo el personal del Programa Docente que en el labora por sus conocimientos transmitidos y que sin duda serán una herramienta básica en mi ámbito laboral.

Al M.C. Héctor Darío González López por su disposición de tiempo para brindarme la asesoría necesaria durante la realización de este trabajo y sobre todo por esa gran amistad que me brindó y por escucharme y aconsejarme siempre.

Al M. C. José Aniseto Díaz por su tiempo dedicado en la revisión de este documento y por sus aportaciones para mejorarlo.

Al M.C Melchor García Valdez por apoyarme en la revisión de este trabajo y por contribuir en la mejora del mismo.

A mi novia Loreto Edelmira Chaparro Gómez quien llegó de manera repentina a mi vida de una manera muy especial, y su amor me ha llenado de grandeza para seguir adelante. Le doy gracias por los momentos muy felices a su lado y darme una sonrisa cada día que pasa.

A cada uno de mis compañeros de la generación CXVIII, en especial Aníbal Préstegui, Ana Gabriela Ramírez, Juan García, julio cesar Gómez, Leonel Domínguez y Alejandro García por compartir estos cinco años en los que pude vivir momentos muy gratos de los que guardare buenos recuerdos.



## INDICE

ÍNDICE DE CUADROS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I INTRODUCCIÓN .....	1
II ANTECEDENTES .....	5
3.1 Localización geográfica.....	7
3.2 Indicadores sociales.....	7
3.4 Indicadores económicos .....	8
3.5 Importancia económica .....	9
IV DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE CANDELILLA .....	11
4.1 Descripción de la familia Euphorbiaceae .....	11
4.2 Descripción de la especie .....	11
4.2.1 Fructificación.....	11
4.2.2 Semilla .....	12
4.3 Clasificación botánica (Zuccarini, 1829).....	12
4.4 Fenología .....	12
4.4.1 Tallo .....	12
4.4.2 Hojas.....	12
4.4.3 Raíz .....	13
4.4.4 Floración .....	13
4.4.5 Flor.....	13
4.5 Aspectos ecológicos .....	14
4.5.1 Clima.....	14
4.5.2 Asociación vegetal .....	14
4.5.3 Tipo de suelo .....	14
4.5.4 Crecimiento.....	15
4.5.5 Producción.....	15

V APROVECHAMIENTO DE LA CANDELILLA .....	16
5.1 Marco jurídico.....	16
5.3 Regeneración natural y problemática.....	18
5.4 Reforestación.....	19
5.4.1 Producción de planta mediante semilla .....	20
5.4.2 Producción mediante estacas en invernadero .....	20
5.4.3 Producción de plantas por medio de hijuelos .....	21
5.5 Época de trasplante .....	21
5.6 Plantaciones.....	22
5.6.1 Época de plantación .....	22
5.6.2 Sistema de plantación.....	22
5.6.3 Manejo de la plantación .....	22
5.7 Método de cosecha.....	23
5.7.1 Época de corte.....	24
5.7.2 Intensidad y sistema de corte .....	25
5.8 Sistema de muestreo .....	26
5.8.1 Muestreo con cuadrantes del punto central .....	27
5.8.2 Línea de intercepto Canfield .....	29
5.8.3 Muestreo al azar estratificado .....	29
VI PRODUCCIÓN DE CERA DE CANDELILLA.....	30
6.1 Almacenamiento de la planta.....	31
6.2 Extracción de cera de candelilla.....	32
6.3 Almacenaje y transporte de la cera.....	40
VII USOS Y APLICACIONES .....	42
7.1 Productos derivados de la cera de candelilla .....	42
VIII PERPECTIVAS DEL APROVECHAMIENTO DE LA CERA .....	43
IX COMERCIALIZACIÓN DE LA CERA DE CANDELILLA .....	52
9.1 Producción histórica de la cera de candelilla .....	52
9.2 Producción actual de la cera de candelilla .....	56
9.3 Principales mercados de la cera de candelilla .....	58
9.4 Precios .....	60



9.5 Canal de comercialización .....	62
X SUBSIDIOS O APOYOS GUBERNAMENTALES.....	63
10.1 Comisión Nacional Forestal .....	63
10.2 Comisión Nacional de Zonas Áridas .....	65
10.3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias ....	65
10.4 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.....	66
10.5 Comisión Nacional para el Uso y Cuidado de la Biodiversidad.....	66
10.6 Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.....	67
10.7 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.....	67
10.8 Multiceras S.A de C.V. ....	68
10.9 Instituto de la Candelilla .....	68
10.10 Otras instituciones.....	69
XI CONCLUSIONES .....	72
XII LITERATURA CITADA.....	73

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Utilización de la cera de candelilla.....	42
Cuadro 2. Costos para la extracción de cerote. ....	49
Cuadro 3. Costos de ácidos y pailas.....	49
Cuadro 4 Cronología histórica de la primera época (Iniciación) de la producción de cera de candelilla. ....	52
Cuadro 5. Cronología histórica de la segunda época (Auge) de la producción de cera de candelilla. ....	53
Cuadro 6. Cronología histórica de la tercera época (Declinación) de la producción de cera de candelilla ....	55
Cuadro 7. Estados productores de cera de candelilla en el periodo 2000-2012 . .	56
Cuadro 8. Precios de kg de cera de candelilla entre 1954 y 2013. ....	61
Cuadro 9. Resumen general de apoyos 2007-2009 de PROARBOL a candelilleros en el estado de Coahuila.....	63
Cuadro 10. Superficies de plantaciones forestales comerciales de candelilla.....	64
Cuadro 11. Autores de los temas revisados y sus totales.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución potencial de candelilla .	7
Figura 2. Método de corte en Candelilla.....	24
Figura 3. Sistema de corte en la cosecha en áreas candelilleras.....	26
Figura 4. Esquema en el sitio 3 en comunidades áridas y semiáridas.....	28
Figura 5. Esquema de la Unidad de Muestreo en comunidades áridas y semiáridas .....	28
Figura 6. Unidad de muestreo línea de intercepto Canfield .....	29
Figura 7. Esquema del muestreo al azar estratificado .....	30
Figura 8. a) Transporte de la candelilla;b) acomodo de la planta en un patio de procesado.....	31
Figura 9. Paila de hierro. ....	32
Figura 10. Paila con agua .....	33
Figura 11. Calentamiento de la paila .....	33
Figura 12. Acomodo de la candelilla en la paila .....	34
Figura 13. Proceso de inmersión de la candelilla: a) se comprime la planta en la paila; b) se cierra una de las dos parrillas; c) se cierra la otra parrilla; d) se sumerge la candelilla que queda en la orilla de la paila; e) se prensa la planta con las parrillas .....	35
Figura 14. a) Punto de ebullición; b) adición de ácido sulfúrico.....	36
Figura 15. a) Utensilio de aluminio con orificios; b) espumadera. ....	37
Figura 16. Recipiente de hierro con orificio en la parte inferior .....	37
Figura 17. a) Formación de la capa fina de cera; b) formación de una tercera capa. .....	38
Figura 18. Cerote endurecido.....	39
Figura 19. Calentamiento de agua .....	39
Figura 20. Enfriamiento de la cera .....	40
Figura 21. Tanque totalmente terminado con los alerones que reducen el flujo de calor .....	43
Figura 22. a) Cámaras de calor de los equipos; b) rejas superior e inferior de los mismos.....	44

Figura 23. a) Chimenea para favorecer el tiro de los gases; b) cierre hermético de los equipos para el máximo aprovechamiento del calor. ....	44
Figura 24. Fibra de cerámica colocada como aislante térmico entre la cámara de calor y el tanque .....	45
Figura 25. Equipos en las comunidades Estanque de Norias y La Reforma.....	45
Figura 26. Proceso de extracción de cera de candelilla: a) Cierre total del equipo extractor; b) punto de ebullición; c) retiro de la cera espumosa. ....	46
Figura 27. Cantidad de planta de candelilla utilizada para cada proceso de extracción.....	47
Figura 28. Rendimiento de obtención de cerote en función de la cantidad de ácido sulfúrico y ácido cítrico. ....	48
Figura 29. Rendimiento de obtención de cerote en función de la cantidad de ácido cítrico empleado. ....	48
Figura 30. Producción total de cera año en el periodo 2000-2012 .....	57
Figura 31. Producción total de cera por estado en el periodo 2000-2012 .....	58
Figura 32. Principales compradores de cera de candelilla en los años 2006- 2010. ....	59
Figura 33. Principales destinos 2009 (MULTICERAS, 2010). ....	59

## RESUMEN

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan más del 40% del territorio nacional, donde las condiciones climáticas y ecológicas naturales permiten únicamente el desarrollo de ciertas especies vegetales (Molina, 1983). Los habitantes de estas zonas dependen de la producción de candelilla y de otros productos no maderables, siendo importante en su economía y en algunos casos es su único modo de subsistencia (Canales *et al.*, 2006). La candelilla se ha utilizado desde la época de la colonia, los españoles la utilizaron para elaborar velas, de ahí el nombre de candelilla, que significa vela pequeña. Las características físico-químicas de la cera que se obtiene de esta planta, le han permitido conquistar el mercado tanto nacional como internacional en la elaboración de pinturas, abrillantadores, velas, recubrimiento de productos de piel, cordelería y bujías, cosméticos, productos moldeados, cerillos, llantas, envases desechables, papel encerado y artículos eléctricos (Cervantes, 2005); sin embargo no existen estudios recientes respecto al procedimiento para la extracción de la cera de candelilla. Es por esta razón que el objetivo de la presente monografía es la recopilación de información del aprovechamiento de la planta de candelilla (*Euphorbia antysiphilitica* Zucc.) para contribuir al acervo bibliográfico y apoyar investigaciones futuras sobre los procedimientos para la extracción de la cera.

Palabras clave: zonas áridas, candelilla, extracción de cera, aprovechamiento.

## ABSTRACT

In Mexico, the arid and semi-arid areas occupy more than 40% of the national territory, where natural climatic and ecological conditions only allow the development of certain plant species (Molina, 1983). The inhabitants of these areas depend on the production of candelilla and other non-timber products, being important in its economy and in some cases is their only livelihood (Canales *et al.*, 2006). The bougie has been used since the colonial, the Spaniards used to produce candles, hence the name of candelilla, meaning "little candle". The physicochemical characteristics of the wax obtained from this plant, have enabled him to conquer both domestically and internationally in the manufacture of paints, polishes, candles, leather goods, cosmetics, cordage, molded products, candles, matches, tires, disposable containers, waxed paper and electrical goods (Cervantes, 2005); however there are no studies regarding the procedure for the extraction of candelilla wax. It is for this reason that the objective of this paper is to collect achievement data candelilla plant (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) To contribute to bibliographic and support further research on the procedures for the removal of wax.

Keywords: arid regions, candelilla, wax extraction, exploitation.



## I INTRODUCCIÓN

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan más del 40% del territorio nacional, donde las condiciones climáticas y ecológicas naturales permiten únicamente el desarrollo de ciertas especies vegetales (Molina, 1983), como lo son *Chilopsis linearis*, *Heletta parvifolia*, *Prosopis* spp., *Fouquieria splendens* y *Yucca* spp. las cuales son de interés forestal; así también existen especies forrajeras como *Atriplex canescens*, *Porlieria angustifolia*, *Eysehhardtia polystachya*, *Cerdidium floridum*, *Cowania plicata*, *Simmondsia chinensis*, *Acacia berlandieri*, *Dalea tuberculata*, *Acacia rigidula*, *Prosopis* spp., *Atriplex acanthocarpa*; sin dejar de mencionar aquéllas especies de interés industrial como *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Parthenium argentatum*, *Yucca carnerosana*, *Yucca filifera*, *Dasyilirion* spp., *Agave* spp., *Larrea tridentata* y las cactáceas que son utilizadas como ornamentales (Maldonado, 1979).

La candelilla es un arbusto bajo e intrincadamente ramificado, pertenece a la familia Euphorbiaceae. Es perenne cespitoso, con rizoma carnoso, los tallos aéreos en su mayoría simples raramente ramificados de hasta un metro o más de altura cubiertos de cera, sin hojas (Rzedowski, 1980).

La familia Euphorbiaceae constituye árboles, arbustos, matas y hierbas; típicamente con látex, monoicas o dioicas de hojas simples, generalmente alternas a menudo estipuladas, con flores pequeñas, y tendencia a la reducción en el número de piezas, es nativa del suroeste de Texas y el norte de México (CONAZA, 2014).

El aprovechamiento de la hierba de candelilla en el campo, básicamente es manual por arranque de la planta, por lo cual se logra tirando de ella, y luego se sacude la raíz a fin de eliminar tierra, basura seca, e impurezas, se forman bultos de aproximadamente de 30 Kg, los cuales se transportan por medio de bestias o camiones, para ser transportadas hasta el lugar donde se procesara para obtener la cera (Romhan, 1984).



Para la obtención de cera se emplean recipientes de hierro denominadas pailas con una capacidad aproximada de 500 litros de agua; actualmente en los procesos tradicionales de extracción de la cera de candelilla se utiliza el ácido sulfúrico como agente extractor, el cual es muy corrosivo y contaminante a la vez, representando un gran peligro tanto para el personal que se encarga de realizar esta actividad y puede ocasionar daños al medio ambiente (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

El ácido sulfúrico en contacto con las pailas de hierro actúa sobre las paredes de la paila desgastándolas, disolviendo el hierro y contaminando la cera, debido a esto la cera de candelilla obtenida por los candelilleros presenta un color rojizo, característico de la presencia de hierro (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010)

También cabe señalar que Ceras Naturales Mexicanas (CENAMEX) distribuyen en algunas regiones debido a que sufren de desgaste por acción del ácido (Saucedo-Pompa, 2007). Se considera que se requiere del trabajo de una persona durante un año para producir una tonelada de cera (Chávez, 1985).

Los habitantes de las zonas desérticas de México dependen de la producción de candelilla y de otros productos no maderables, es importante en la economía de muchos habitantes de zonas desérticas de México, y en algunos casos es su único modo de subsistencia (Canales *et al.*, 2006). A pesar de ello, un número importante de familias participan en la actividad agropecuaria y representan una contribución muy importante para la economía. Sin embargo, los productores se enfrentan principalmente a la escasez de alimento para el ganado, dado que su ganadería es de tipo extensivo, de libre pastoreo, sin manejo y dependiente básicamente de la vegetación nativa, la cual muestra una marcada estacionalidad en la producción de forraje debido a la prolongada sequía. Por otro lado, la ganadería extensiva es posiblemente la principal causa de la modificación de los ecosistemas y de la consecuente pérdida de la biodiversidad en las zonas áridas. (Nolasco, 2009).

A pesar de su importancia económica, no hay estadísticas detalladas acerca de la variación histórica de extracción de la cera de candelilla (Hernández; 2006). Maldonado (1979) menciona que durante los años setenta alrededor de 8500

campesinos de 260 ejidos de los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas la explotaban, con una producción media durante ese periodo de 3000 toneladas de cera al año. Actualmente se estima que hay más de 3500 pequeños productores de cera de candelilla en 230 Ejidos de 33 municipios del noreste rural de México (Instituto de la Candelilla, 2008).

## **OBJETIVO**

El objetivo de la presente monografía es proporcionar información del aprovechamiento de la planta de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) para

contribuir al acervo bibliográfico y apoyar investigaciones futuras sobre los procedimientos para la extracción de la cera de la candelilla.

## II ANTECEDENTES

El botánico Zuccarini en 1829, dio el nombre a la planta. El descubrimiento y uso de la candelilla se debe a los indígenas prehispánicos del norte de México, quienes extraían cera cruda hirviendo los tallos en recipientes de barro y después era mezclada con colorantes con fines ornamentales (Barbosa *et al.*, 2011).

En México fue clasificada por Gabriel Alcocer en 1909 con el nombre de *Euphorbia cerífera*, en plantas obtenidas por medio del desaparecido Instituto Médico Nacional; no obstante, en 1829 el botánico Zuccarini la nombre *Euphorbia antisyphilitica*, término que persiste hasta la actualidad (Cervantes, 2005).

La candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) representa en la actualidad la base de una de las actividades económicas más características e importantes de las regiones rurales semidesérticas del centro-norte de México (Campos y Chávez, 1981).

La candelilla se ha utilizado desde la época de la colonia, los españoles la utilizaron para elaborar velas, de ahí el nombre de candelilla, que significa vela pequeña. Las características físico-químicas de la cera (valor de acidez y yodo, número de saponificación, punto de fusión, índice de refracción, material no saponificable, gravedad específica y punto de flama) que se obtiene de esta planta, le han permitido conquistar el mercado tanto nacional como internacional (Campos y Chávez, 1981).

Hacia 1910, en Nuevo México, se realizó la primera operación a escala piloto, empleando agua caliente para la extracción de la cera y en el año 1913 se inició la industrialización de la cera de candelilla en las ciudades de Monterrey y Torreón, la cual se extraía por medio de vapor de agua (Villa, 1981).

La planta de candelilla es utilizada para la elaboración y acabado de una infinidad de productos entre los que destacan: adhesivos, anticorrosivos, cosméticos,

fármacos, lubricantes, plásticos, textiles, tintas, pinturas y abrillantadores entre otros. La comercialización de la candelilla inició en los albores del siglo XX y actualmente México es el principal exportador mundial de cera. Cerca del 90 % de la producción se exporta principalmente hacia Estados Unidos, Japón, Alemania, España, Francia y Holanda (CONABIO, 2008).

La explotación comercial de la planta de Candelilla, para la producción de cera, se remonta a los primeros años del siglo XX, llegando a convertirse en una de las principales actividades económicas en el sector Mexicano del Desierto de Chihuahua. Alrededor de este recurso, gira la actividad de más de 3,500 pequeños productores de cera, conocidos local y nacionalmente con el nombre de Candelilleros. Para algunos de estos ejidatarios, sus ingresos se complementan con el producto de la recolección de otras especies nativas del desierto, la agricultura, la ganadería e incluso la minería (Instituto de la Candelilla, 2013).

Durante casi 100 años los esquemas de comercialización han experimentado varios cambios, desde la participación directa de empresarios extranjeros, pasando por la creación de fideicomisos por parte del gobierno, hasta la situación que prevalece en la actualidad, donde la Candelilla se explota directamente por los ejidatarios para vender la cera cruda a empresas privadas. Sin embargo, durante todo este tiempo dos factores han permanecido prácticamente inalterados: El proceso de extracción de la cera de Candelilla y las condiciones de extrema pobreza de los habitantes de la región Candelillera (CONACYT, 2005).

Por otra parte no todos los municipios Coahuilenses se dedican a la actividad de extracción de cera de candelilla, los principales municipios productores son Cuatro Ciénegas, General Cepeda, Ocampo, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe y Sierra Mojada, los cuales en conjunto suman un total de 50 ejidos aproximadamente haciendo que sea Coahuila el principal estado productor de cera (Hernández, 2013).

### III CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA CANDELILLERA

#### 3.1 Localización geográfica

La candelilla es una planta nativa del desierto chihuahuense de México y del sureste de Estados Unidos de América; en México se distribuye en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí (Figura 1) (CONABIO, 2008). En rangos altitudinales de 250 a 2400 msnm, donde las mejores localidades productoras cuentan con altitudes medias sobre el nivel del mar de 700 a 1500 m (Flores, 1995).

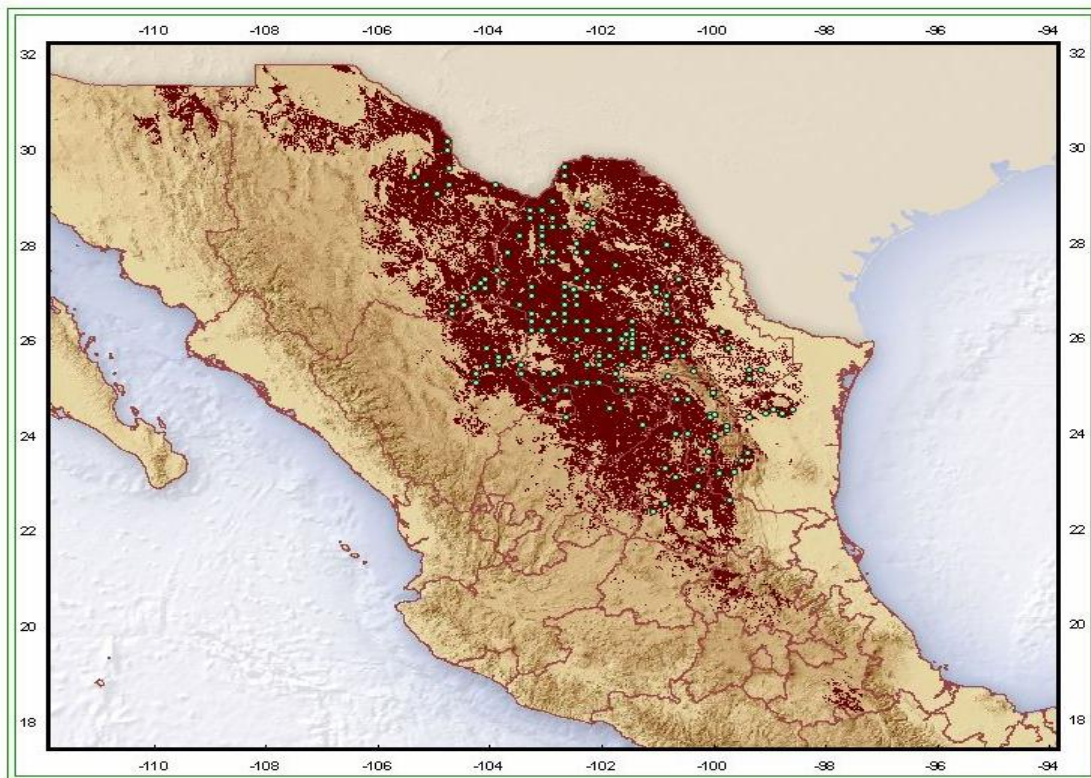


Figura 1. Distribución actual de candelilla (CONABIO, 2008).

#### 3.2 Indicadores sociales

Para la mayoría de las comunidades candelilleras las condiciones sociales son muy similares tal es así, que si se describen algunas comunidades es sus aspectos de

asistencias sociales como: habitación, alimentación y servicios médicos, en todos los casos existen deficiencias muy marcadas.

A continuación se caracterizan los diferentes servicios a que tiene acceso los habitantes de la región candelillera, ya que son un indicador de su situación actual (Méndez, 1999).

Vivienda. Son en mayoría de dos y tres cuartos, están construidas de block, adobe y hasta ocotillo, sus pisos en su mayoría de tierra, los techos son predominantes de garrocha, o de quiole con tierra, en algunos casos se usa la palma y escasamente el concreto.

Servicios básicos. La mayoría de las comunidades de la zona candelillera carecen de los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable; carecen en su totalidad de drenaje, el servicio médico es deficiente y muchas veces deben recorrer distancias muy largas para poder obtener dicho servicio.

### 3.3 Actividades económicas

Muchos habitantes de las zonas desérticas de México dependen de la producción de candelilla. Para algunos es el único modo de subsistencia, es importante en la economía y en algunos casos es su único modo de subsistencia (Canales *et al.*, 2006). Actualmente se estima que hay más de 3 500 pequeños productores de cera de candelilla en 230 ejidos de 33 municipios del noreste rural de México (Instituto de la Candelilla, 2008).

Es importante mencionar que los candelilleros son al mismo tiempo campesinos con terrenos ejidales de temporal, en los que se siembra maíz y frijol. También poseen ganado bovino, ovino y porcino, por lo que en algunos casos la extracción de cera de candelilla se deja como una actividad complementaria (Hernández, 2013).

### 3.4 Indicadores económicos

En los años noventa el aprovechamiento de la candelilla tuvo fuertes repercusiones socioeconómicas ya que en esta actividad participaban alrededor de 20,000 campesinos distribuidos en 229 ejidos de la región candelillera, quienes utilizan

métodos de colecta y extracción tradicionales poco tecnificados que han ocasionado el deterioro del recurso (De la garza y Berlanga, 1993).

Así también según estadísticas se tiene que con el aprovechamiento de la candelilla se benefician alrededor de 3500 campesinos de las zonas áridas de los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas con una producción anual superior a las 3000 toneladas de cerote, lo que significa que destruyen aproximadamente 150 000 toneladas al año de la planta de candelilla. Con este volumen de cera apenas se satisface la demanda que día a día aumenta en forma considerable, debido a los descubrimientos para su empleo, independientemente de los fuertes incrementos en el valor en la parafina derivada del petróleo (Villa,1981).

### 3.5 Importancia económica

A mediados del siglo pasado la importancia adquirida en la fabricación de cera de candelilla en México, se debió fundamentalmente a la demanda de los mercados internacionales; se estudia una mayor elasticidad en los precios para poder competir mejor en los mercados internacionales con las ceras brasileñas y japonesas. Y asimismo, la posibilidad de poner en práctica una eficiente y adecuada campaña de propaganda tanto en México como en el extranjero, con el objetivo de ampliar considerablemente el consumo de este producto, lo que traerá un incremento de la producción que beneficiará grandemente a las lejanas regiones productoras, en virtud de que la explotación de la hierba y la producción de la cera de candelilla constituyen una fuente de riqueza vital para las zonas desérticas del norte del país (BANCOMEXT, 1959).

Actualmente la explotación de los recursos en el desierto se ha realizado sin un esquema eficiente de retribución social, el cual permita trascender hacia la creación de las bases productivas que diversifiquen las actividades económicas de la zona. Por este motivo, la producción de la cera de Candelilla ha llegado a convertirse en la única fuente de supervivencia para un número considerable de habitantes en la zona, esta actividad ha formado parte de su cultura productiva por más de tres



generaciones y está íntimamente ligada con la historia económica, social y política de la región (Instituto de la Candelilla, 2013).

## IV DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE CANDELILLA

### 4.1 Descripción de la familia Euphorbiaceae

La familia Euphorbiaceae está integrada por 300 géneros y 7500 especies aproximadamente; distribuidas en todo el mundo, encontrándose en mayor abundancia en los trópicos. En esta familia se encuentran hierbas, arbustos o árboles, éstos últimos son monoicos u ocasionalmente dioicos. Este tipo de vegetales en su interior generalmente contienen una sustancia de tipo lechoso, aunque a veces son de tipo carnoso semejando una planta cactácea; sus hojas pueden ser alternas, opuestas o verticiladas, sus flores son unisexuales, a veces sumamente reducidas por suprimir algunas de sus partes. Dichas flores son generalmente actinomorfas, determinadas, con ausencia o presencia de cáliz y corola o en su defecto ambos ausentes. El fruto usualmente es una cápsula que se hiende, casi siempre elástico. La semilla de color café claro, posee un embrión recto o en forma curva y abundante, endospermo carnoso (García, 1988).

Entre sus géneros de importancia económica se encuentran el árbol del caucho (*Hevea*), la higuera (*Ricinus*), la casava o yuca (*Manihot*) y la candelilla (*Euphorbia*) (Flores, 1995).

### 4.2 Descripción de la especie

*Euphorbia antisiphilitica* Zucc. es una planta perenne, fasciculada, es decir forma macollas de 20 a 70 cm de altura: con tallos aéreos y subterráneos; los tallos aéreos son de color verde glauco, con nudosidades y de ramificación simpódica. En la región del periciclo, en la endodermis, en la corteza media y en los haces liberianos, se encuentran vasos lactíferos, los cuales producen un látex blanco y pegajoso, que se coagula al contacto con el aire; en estos tallos es donde se localizan los poros ceríferos (Villa, 1981).

#### 4.2.1 Fructificación

El fruto es una cápsula trilocular que depende de un largo pedúnculo, cuando llega a su madurez toma una coloración café de tonalidades variables y cuando los óvulos han completado su desarrollo y se transforman en semillas, la cápsula presenta dehiscencia, quedando la semilla en torno a la planta (García, 1988).

#### 4.2.2 Semilla

La semilla es color café claro, presentando en su extremo más delgado una estructura color blanco, con abundante endospermo; presenta café que va desde la zona micropilar hasta la región basal; tiene embrión recto (García, 1988).

#### 4.3 Clasificación botánica (Zuccarini, 1829)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Euphorbia*

Especie: *antisyphilitica*

#### 4.4 Fenología

##### 4.4.1 Tallo

El tallo alcanza el crecimiento promedio por año de 6 a 15 cm en la longitud, existiendo entre nudo y nudo dicho periodo; el crecimiento longitudinal tiene un límite, el cual llegado el tallo, se suspende y entonces la planta forma nuevos tallos (Flores, 1995).

##### 4.4.2 Hojas

Las hojas son simples pudiendo ser alternas, opuestas o verticiladas, son sésiles con una longitud de 0.5 a 1 cm y de 1 a 2 mm de ancho, éstas son caducas de color rojizo oscuro y con pequeñas pubescencias de color blanco, su consistencia es carnosa, limbo de forma entre lanceolada y lineal; además con nervaduras no visibles. La base axilar de la hoja provoca un procedimiento color rojo, a ésta se le denomina yema floral. Las hojas son poco visibles y en los adultos caducas, por permanecer sólo de 15 a 20 días en la planta (García, 1988).

#### 4.4.3 Raíz

La candelilla presenta raíz típica y fasciculado-tuberosa, flexible, de consistencia fibrosa y de color grisáceo cafésáceo hasta café rojizo; cubierta por una capa semilosa y con abundante látex. De dicha raíz se desprenden un sin número de raicillas secundarias, éstas son bastante delgadas además de largas, nacen en grupos de diferentes partes del rizoma, teniendo una ramificación posterior a su nacimiento. Respecto a la profundidad de penetración y el desarrollo radicular horizontal, éstas varían con el suelo (García, 1988 y Flores, 1995).

#### 4.4.4 Floración

Ésta principia al parecer con los periodos de lluvia, presentándose de julio a agosto en México y de fines de abril hasta mediados de junio en el área del Big Bend en Texas; sin embargo la floración depende de la humedad acumulada por la planta durante las lluvias de invierno, anticipándose o retardándose según la humedad almacenada (Flores, 1995).

#### 4.4.5 Flor

La flor de candelilla da comúnmente un aspecto de espiga de cabezuelas, se encuentran flores de ambos sexos dentro de una estructura en forma de copa llamada ciato, contiene de 45 a 47 flores masculinas y una femenina al centro la que no siempre desarrolla. Cabe mencionar que no siempre se forma inflorescencia tipo espiga, sino que en ocasiones salen los ciatos en un solo punto, siendo ésta pequeña, de 5 mm de diámetro, de pedúnculo corto, en su base presenta dos

brácteas agudas de tonalidad siempre más subida que los pétalos y en posición opuesta; su corola dialipétala, en número de cinco en la base de cada uno de éstos y por la parte central se encuentran unas glándulas hemisféricas de coloración subida (García, 1988).

#### 4.5 Aspectos ecológicos

##### 4.5.1 Clima

El clima que favorece su desarrollo y de acuerdo a la clasificación climática de Koppen, adaptado a la República Mexicana por García es el BW (muy árido con lluvias en verano), en el que existe una precipitación pluvial promedio que varía de 120 a 200 mm al año; una temperatura media anual de 18 a 22 °C, resistiendo temperaturas máximas de 47 °C y mínimas de 14 °C, los niveles altitudinales en que se encuentra están situados entre las cotas de 250 a 1400 msnm (Maldonado, 1979).

##### 4.5.2 Asociación vegetal

La Candelilla es una especie que rara vez forma poblaciones puras, ya que por lo general se asocia con diversas plantas de los ecosistemas áridos donde habita. Esta especie prospera en varios tipos de vegetación del semi-desierto mexicano. Se presenta en el llamado matorral inerme, que es una comunidad vegetal formada en más del 70 % por plantas sin espinas, en donde se asocia con especies como la gobernadora (*Larrea tridentata*), el hojasén (*Flourensia cernua*), la hierba del burro (*Fransderia dumosa*) y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), entre otras (CITES, 2009).

##### 4.5.3 Tipo de suelo

La candelilla se desarrolla en suelo de tipo xerosol ya que estos son los más comunes en zonas áridas y semiáridas, someros, calizos, sobre lomeríos, abanicos aluviales, riscos de difícil acceso, llanuras con alto contenido de arcilla y terrenos arenosos, también se le encuentra en suelos de origen ígneo; se ha observado que las plantas que se desarrollan en las grietas de rocas, donde se acumula suelo rico en materia orgánica, producen mayor cantidad de cerote; en cambio, las que crecen

en suelos más profundos producen menor cantidad del exudado (INEGI, 2004 y Cervantes, 2005).

#### 4.5.4 Crecimiento

La planta crece en forma de macollos, la aplicación de riegos en etapas tempranas del desarrollo promueve el crecimiento vegetativo; sin embargo retarda la producción de cera, pues bajo condiciones de sequía la candelilla desarrolla una película de cera para evitar en parte la pérdida de agua por transpiración. Sin embargo, al igual que otras especies del desierto ya domesticadas, como es el caso del guayule, es posible inducir más crecimiento vegetativo vigoroso los primeros dos años y el tercer año dar castigo de agua para que al llegar el invierno y la sequía, la planta produzca cera en el gran número de tallos producidos (CONAFOR-SEMARNAT, s/f).

#### 4.5.5 Producción

Cuando la planta dispone de mayor humedad por precipitaciones o captación de escurrimientos o por tener mejores suelos, esta desarrolla una mayor cantidad de materia verde, sin embargo, disminuye el contenido de cera, siendo la condición de baja humedad y épocas frías cuando produce mayor cantidad de cera como un mecanismo de protección (CONAFOR-SEMARNAT, s/f).

## V APROVECHAMIENTO DE LA CANDELILLA

### 5.1 Marco jurídico

La Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales (SEMARNAT) inicialmente expidió la Norma Oficial Mexicana NOM-018-SEMARNAT-1999 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003 en la cual se establecieron los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla, transporte y almacenamiento del cerote (NOM-018-SEMARNAT - 2003).

Sin embargo, actualmente esta norma ya no está vigente, y solamente se toman en cuenta los criterios técnicos para el aprovechamiento, los cuales describen en el apartado de época de corte por lo que la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento son quienes rigen el aprovechamiento de la planta de candelilla.

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) publicada el 25 de febrero del 2003 con última reforma en el Diario Oficial de la Federación el 04 de junio del 2012 se encuentra establecido dentro de la sección tres lo que se refiere al aprovechamiento de los recursos forestales no maderables en los artículos 97, 98,99 y 100, en los cuales se describe que solo es necesario un aviso por escrito y en caso de ser necesario una autorización, los criterios técnicos para su aprovechamiento los establecen las Normas Oficiales Mexicanas; así como también en qué casos se dará autorización y bajo qué condiciones. (LGDFS, 2012).

De la misma manera se encuentra el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS) publicada 21 de febrero del 2005 con última reforma en el Diario Oficial de la Federación el 24 de febrero del 2014 donde la

sección tercera describe sobre el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables; dentro de los artículos 53 al 61 los cuales de manera general describen el contenido y los requisitos necesarios para el aviso del aprovechamiento y vigencia, qué formato deben de llevar las solicitudes para la autorización de aprovechamientos así como en qué caso será necesario la elaboración de un estudio técnico justificativo el cual debe contener denominación, ubicación y colindancias del predio o conjunto de predios; descripción general de las características físicas biológicas y ecológicas; especies con nombre científico y común y estimaciones de las existencias reales de las especies; descripción de los criterios para la determinación de la madurez de cosecha; definición y justificación del periodo de recuperación al que quedarán sujetas las áreas intervenidas, de acuerdo con las características de reproducción y desarrollo de las especies bajo aprovechamiento, criterios y especificaciones técnicas de aprovechamiento; labores de fomento y prácticas de cultivo para garantizar la persistencia del recurso y en su caso, datos de inscripción en el Registro del prestador de servicios técnicos forestales responsable de elaborar el estudio técnico y de dirigir la ejecución del aprovechamiento (RLGDFS, 2014).

Respecto a lo anterior, la SEMARNAT ha expedido un nuevo proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-005-SEMARNAT-2012, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio del 2012 que establece los criterios para realizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables existentes en los ecosistemas forestales; bosques de clima templado frío, selvas y zonas áridas y semiáridas-Especificaciones técnicas; con el objeto de fomentar la simplificación normativa y contar con Normas Oficiales Mexicanas que faciliten la gestión en el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables, la cual entrará en vigor en el 2015. Este proyecto de Norma está realizándose en referencia a la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión, o cambio-Lista de especies en riesgo (SEMARNAT- 2012).



## 5.2 Problemática del aprovechamiento de la candelilla

Desde el año 1999, los candelilleros requieren permisos de aprovechamiento sustentados en un estudio técnico, donde se evalúan las posibilidades de cosecha y se plantean estrategias para realizar un manejo sustentable de la especie. Varios ejidos ya cuentan con permisos, pero el aislamiento, la falta de capacitación y los altos costos para elaborar estos estudios técnicos y tramitar el permiso han dificultado que muchas comunidades obtengan los permisos, ya que la mayoría de las comunidades se encuentran en las condiciones antes mencionadas y además no cuentan con vehículos propios para trasladarse a hacer los trámites necesarios (Canales *et al.*, 2005).

En la actualidad una situación más que se presenta es que después de elaborar un mapa de distribución potencial de candelilla, con información de localidades que reportaron presencia de ejemplares de esta especie en el Inventario Nacional Forestal (2008), utilizando variables como topografía, clima, provincias biogeográficas entre otras y considerando los criterios para enmendar los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se evaluó el estatus de la especie en dichos apéndices y se concluyó que su ubicación en el apéndice II es adecuada como especie no necesariamente amenazada de extinción; y consecuentemente se ha exhortado a las partes importadoras de cera de candelilla proveniente de México a solicitar los permisos de exportación CITES correspondientes (CITES, 2009)

## 5.3 Regeneración natural y problemática

Maldonado (1979) realizó pruebas de reproducción sexual y asexual, utilizando semilla en el primer método y rizoma y tallos en el segundo. Los resultados

obtenidos fueron los siguientes: la siembra en forma sexual produce 28 kg de cerote/ha; plantado rizomas: 252.8 kg/ha y plantado tallos con rizomas: 486.3kg; las poblaciones naturales de candelilla producen un promedio de 189.3 kg de cerote por hectárea

Por otra parte en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han desarrollado pruebas de reproducción mediante semillas con una producción de 28 kg de cerote/ha y en reproducción asexual (trasplante de rizomas), la producción alcanza valores de 252 kg/ha (CONACYT-CONAFOR, 2010).

Actualmente el método de recolección de candelilla consiste en arrancar las plantas con la mano, lo que destruye el cuello de la planta y una parte de las raíces ocasionando su destrucción o su baja regeneración, sin respetar lo establecido en la NOM-018-SEMARNAT-1999 (Rojas *et al.*, 2011) de esta forma se tiene una sobreexplotación de la candelilla, implicando el desplazamiento cada vez mayor de los recolectores de esta planta y el aumento de las áreas degradadas de las comunidades vegetales donde crece (Villa *et al.*, 2010).

#### 5.4 Reforestación

La producción de plántulas de candelilla mediante partes vegetativas en condiciones de vivero es una opción de siembra directa para la obtención de plantas vigorosas y sanas que sirvan para la reforestación de zonas degradadas y el establecimiento de esta especie vegetal en áreas de cultivo, para estudiar su comportamiento (Villa *et al.*, 2010).

Se han desarrollado investigaciones sobre tecnología para la producción de plántulas de candelilla mediante semilla, estacas e hijuelos en vivero e invernadero para obtener plantas vigorosas y sanas que sirvan para la reforestación de zonas degradadas (Villa *et al.*, 2010).

#### 5.4.1 Producción de planta mediante semilla

Para la producción de planta mediante semilla el mejor periodo de siembra de la candelilla en vivero es de marzo a junio, esto para tener una emergencia de plantas de siete a diez días después. También, en siembras durante este periodo, las plantas crecen más rápido dado que las condiciones de luz y temperatura son más adecuadas para su crecimiento. Se puede sembrar en las charolas, dejar las plantas hasta una altura de 15 cm y después trasplantarlas en recipientes más grandes como son las bolsas de plástico hasta que las plantas crezcan de 30 ó 35 cm y tenga un buen desarrollo de raíces. Los riegos deben ser ligeros, principalmente después de la emergencia; estos son cada tercer día. Después, cuando la planta tenga dos y más centímetros éstos deberán ser más pesados y espaciarse hasta cada tres o cinco días dependiendo de las condiciones ambientales (Villa *et al.*, 2010).

#### 5.4.2 Producción mediante estacas en invernadero

Para la producción mediante estacas en invernadero, la recolección de tallos se puede hacer durante todo el año, estos deben de tener buen aspecto y ser fuertes. Las estacas se cortan con unas tijeras con filo que deben ser desinfectadas; las estacas se plantan durante las primeras horas de la mañana en bolsas de plástico negro de tres litros. Se recomienda poner dos estacas por bolsa, clavándolas de tres a cuatro cm y que al menos un nudo quede enterrado. Las macetas con las estacas se colocan dentro de un invernadero de baja tecnología, con ventilación natural y con cubierta de plástico. Durante los primeros doce meses se coloca con malla sombra sobre el techo del invernadero, esto con el fin de crear condiciones de temperatura más favorables para la brotación, las macetas se riegan cada tres días los primeros dos meses después de la plantación y estos se van espaciando hasta regar cada siete días. Las plantas de candelilla producidas por medio de estacas están listas para llevarse a campo a los 18 meses después de la plantación (Villa *et al.*, 2010).

#### 5.4.3 Producción de plantas por medio de hijuelos

La recolección de hijuelos se hace después de un periodo de lluvias, estos deben de tener un buen aspecto y deben tener una altura de 17 a 20 cm. Se llevan a un lugar sombreado y se seleccionan hijuelos con dos tallos, se dejan de 10 a 14 días para que la parte basal de los hijuelos forme callo. Es recomendable tratarlos los hijuelos, antes de la plantación con algún fungicida para prevenir enfermedades de la raíz. Se plantan hijuelos con dos tallos de 17 a 20 cm en bolsas de plástico negro de 3 L durante las primeras horas de la mañana. Estas bolsas se llenan con una mezcla de turba con arena. Un día antes de la plantación se aplica un riego hasta saturar el sustrato; el día de la plantación se aplica otro riego para asegurar que las macetas tengan una humedad adecuada y evitar que los hijuelos se sequen. Se recomienda llevar a cabo la plantación de los hijuelos a finales de invierno o principios de la primavera con el fin de lograr una brotación más temprana y crecimiento de brotes (Villa *et al.*, 2010).

#### 5.5 Época de trasplante

Las primeras pruebas de propagación de la candelilla fueron realizadas por (Flores, 1941) quien utilizó plantas completas con raíz que expuso al sol de 10 a 15 días y se plantaron en un suelo removido y con buena humedad durante el verano e invierno obteniendo un 10% de mortalidad e indica que la propagación y multiplicación de la candelilla durante el invierno no requiere de una preparación esmerada del suelo; sin embargo en el verano sí es necesaria (Villa-Castorena *et al.*, 2010).

Con el fin de que las plantas no sufran insolación al momento de llevarlas a campo se recomienda exponerlas al sol directo un mes antes de llevarlas al lugar de plantación. También los riegos deberán espaciarse cada diez o doce días tomando en cuenta que las plantas de candelilla producidas por medio de semilla para reforestar áreas degradadas requieren estar en el vivero de 16 a 20 meses. Esta variación de tiempo se debe principalmente a las temperaturas registradas en el invierno que retrasan el crecimiento de brotes (Villa *et al.*, 2010).

## 5.6 Plantaciones

### 5.6.1 Época de plantación

La determinación de la fechas de plantación dependen de la distribución estacional de las lluvias, las temperaturas, las heladas y el viento, con relación a los requisitos específicos de la planta, y el mejor modo de aprovechar estos factores a fin de obtener las mejores condiciones para su arraigue; aunque la intensidad de las lluvias y las condiciones de la humedad del suelo en el momento de la plantación son los factores más decisivos, siempre que se trata de evitar por reducir al máximo los riesgos después de la plantación, lo que se relaciona con la resistencia de las plantas a la sequía (Flores, 1995).

### 5.6.2 Sistema de plantación

Se han efectuado experimentos para determinar métodos, equidistancias y cantidad de tallos que se deben emplear para el establecimiento de plantaciones comerciales, resultando que la equidistancia más apropiada es de 0.50 m entre plantas y 1 m entre surco (Maldonado, 1979).

Cuando la plantación se realiza sobre terreno enmontado se emplea un talache o azadón para hacer los pozos de 20 cm de profundidad con una separación entre pozo y pozo de 50 cm siguiendo las líneas de un metro de separación paralelas a las curvas de nivel previamente marcadas, procurando verter la tierra de que saca del pozo así la parte baja de la pendiente, para formar un pequeño bordo en forma de media luna que sirve para retener el agua de lluvia. Posteriormente se introduce las raíces y base de los tallos de cada macollo cubriendo con la tierra que se obtiene al excavar con un talache sobre el área adyacente al pozo, en el lado opuesto al lugar donde quedo el bordo en forma de media luna (De la Garza *et al.*, 1992).

### 5.6.3 Manejo de la plantación

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

para evitar los daños por pisoteo; se debe impedir la cosecha de candelilla en el sitio hasta que el desarrollo de las nuevas plantas alcancen la madurez y tamaño óptimo para hacer aprovechada, lo cual ocurre hasta los tres a cinco años posteriores al establecimiento de la plantación (De la Garza *et al.*, 1992).

Después de dos meses de realizada la plantación se sugiere realizar una inspección con el objeto de reponer las plantas muertas así mismo se deben realizar los bordos después de ocurrida alguna lluvia torrencial con el propósito de reconstruir aquellos que se hayan destruido por las escorrentías, mismas que pueden ocasionar el aflojamiento de la raíz de las plantas (Berlanga *et al.*, 1992).

### 5.7 Método de cosecha

El sistema de recolección tradicional consiste en arrancar la planta de candelilla con todo y raíz, esto ha generado la casi desaparición de la candelilla en las áreas cercanas a los poblados candelilleros, situación que ha obligado al recolector de planta a desplazarse cada vez a lugares más distantes que consecuentemente afectan su economía al disminuir su eficiencia en la recolección de la planta y en la producción de cera. Existen líneas de investigación con el objeto de determinar el método de corte más apropiado, de tal manera que se pueda conservar la materia necesaria para que la planta logre una eficaz recuperación y pueda ser aprovechada permanentemente; el INIFAP ha probado diferentes intensidades de corte del 100% y del 50% en relación a la altura y corte del 50% de la planta en relación con su cobertura; este último método es el que hasta el momento presenta una mejor recuperación; en cambio, el desenraice que se usa como testigo del experimento de la regeneración ha sido nula (Ávila, 2007) (Figura 2).

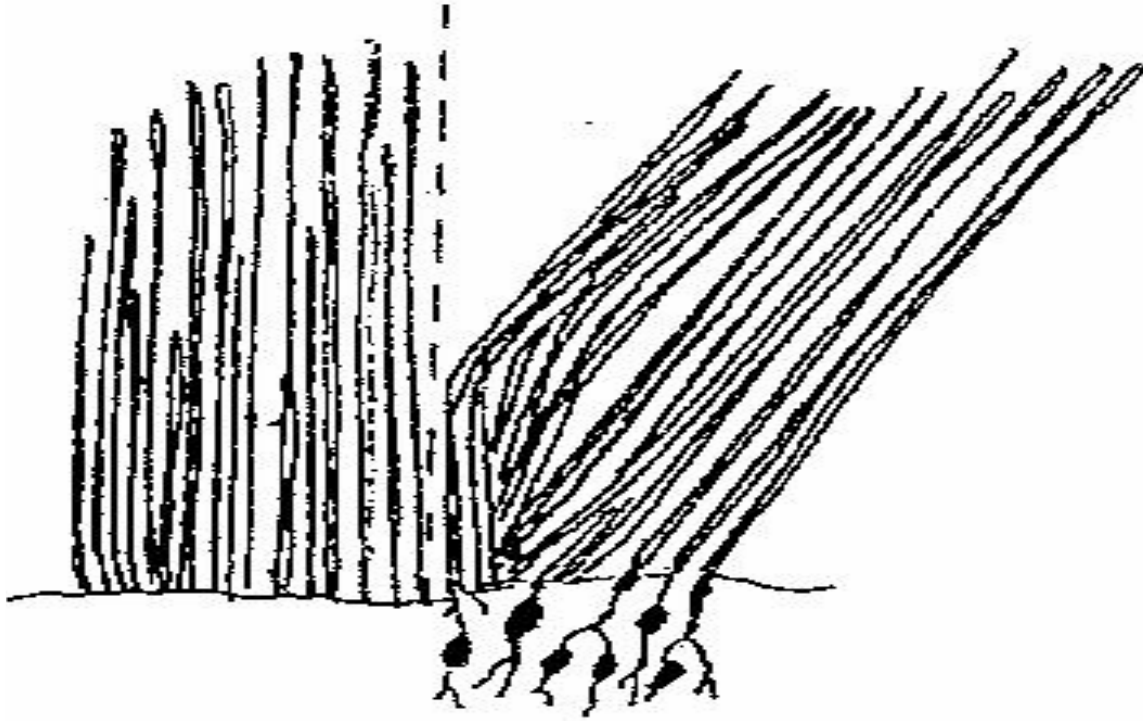


Figura 2. Método de corte en Candelilla (Ávila, 2007).

#### 5.7.1 Época de corte

Debido a que la producción de cera es una respuesta de la especie a las condiciones climáticas, ésta se acumula en mayor cantidad en las plantas durante las épocas frías y secas del año, estimulada por la escases de humedad, así como por las temperaturas cercanas al punto de congelación; en base a lo anterior, el INIFAP ha determinado que el periodo en el que se puede cosechar la candelilla con los más altos contenidos de cera, es durante los meses de enero a abril o mayo, ya que el inicio de las lluvias de verano ejerce un efecto negativo en la producción de cera y favorece el desarrollo vegetativo (De la Garza *et al.*, 1992).

Sin embargo, también se tiene que se debe recolectar en los meses secos de octubre a junio, ya que la producción de cera en la planta es óptima, pues funciona como un mecanismo contra la pérdida excesiva de agua, a través de sus tallos (SEMARNAT-INIFAP, 2007).

Adicional a lo anterior, la madurez de cosecha se identificará cuando los macollos o plantas han alcanzado un diámetro mayor de 25 cm y una altura mínima de 30 cm, se deberá dejar distribuido en el área de aprovechamiento sin intervenir como mínimo el 20 % de la población en la etapa de madurez reproductiva para propiciar su regeneración; cuando en las áreas bajo aprovechamiento no se presente la regeneración natural, se deberán realizar trabajos de reforestación con hierba de candelilla y el área aprovechada no deberá ser intervenida nuevamente si la población no ha alcanzado su madurez de cosecha (NOM-018-SEMARNAT, 2003).

### 5.7.2 Intensidad y sistema de corte

Como en su mayoría los colectores de recursos forestales son reacios a la adopción de tecnologías para ellos desconocidas, el INIFAP ha tratado de mejorar el sistema tradicional por ellos utilizados desde hace varias décadas en la colecta de hierba de candelilla. La propuesta consiste en que en lugar de arrancar la totalidad de la planta como comúnmente se hace, se colecta únicamente el 50% de cada planta aprovechable para lo cual se sugiere hacer un corte vertical que divida a la planta en dos porciones iguales con todo y raíz, para así lograr arrancar solo la mitad de la misma dejando en su sitio la otra mitad, lo que permitirá una adecuada regeneración en un periodo de dos o tres años dependiendo las condiciones climáticas de la localidad. Posterior a ese tiempo (dos a tres años) se separará mediante el mismo sistema el 50% resultante de la primera cosecha dejando en su sitio a la porción regenerada así sucesivamente (De la Garza y Berlanga, 1993) (Figura 3).

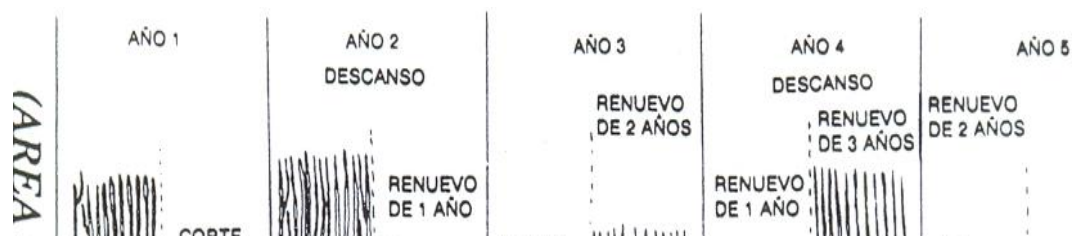




Figura 3. Sistema de corte en la cosecha en áreas candelilleras (De la Garza, 1992)

### 5.8 Sistema de muestreo

Para la cuantificación de existencias reales de hierba de candelilla dos opciones son de las más empleadas, muestreo sin parcela (muestreo con cuadrantes del punto central) y muestreo con parcelas (muestreo al azar estratificado) en el muestreo con cuadrantes punto central, el primer sitio se ubica al azar, el segundo sitio y los sucesivos de manera sistemática, para el primer caso, se miden las variables dasométricas de las cuatro plantas más cercanas de cada cuadrante al centro del sitio. El muestreo al azar estratificado, se recomienda utilizar cuando se cuenta con una información previa de la superficie y es necesario rodalizar para obtener un tamaño de muestra, el cual una vez obtenido, se toman puntos al azar (De la Garza y Berlanga, 1993).

Sin embargo para el método de punto central no se ha llegado a un acuerdo sobre todo en los aspectos de los métodos para obtener el tamaño de muestras y es probable que durante algún tiempo se discuten diferentes métodos (Henry, 1956)

### 5.8.1 Muestreo con cuadrantes del punto central

La técnica consiste en localizar una serie de puntos dentro del rodal de muestreo o predio muestreado, en muchos casos es más confiable seleccionar puntos a la azar a lo largo de una serie de transectos de línea que pasen a través del área de estudio o bien prefijar una distancia deseada entre punto y punto. Es importante mencionar que cuando se haya localizado el primer punto la orientación del cuadrante es hacia el norte (De la Garza y Berlanga, 1993).

El área alrededor de cada punto será dividida en cuatro partes iguales o cuadrantes usando el transecto de líneas como base y una segunda línea perpendicular a la primera a partir de ese punto prefijado, en cada punto se localiza la planta aprovechable más cercana al centro del sitio, y se mide la distancia en metros entre el centro y la planta (Figura 4) (De la Garza y Berlanga, 1993).

La metodología es la que se ha empleado en estudios recientes considerada como unidad de muestreo (UM) empleada para evaluar la densidad y estructura poblacional de candelilla, la cual ha sido adaptada del Inventario Nacional Forestal (Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 2012 y Pulido, 2014) (Figura 5).

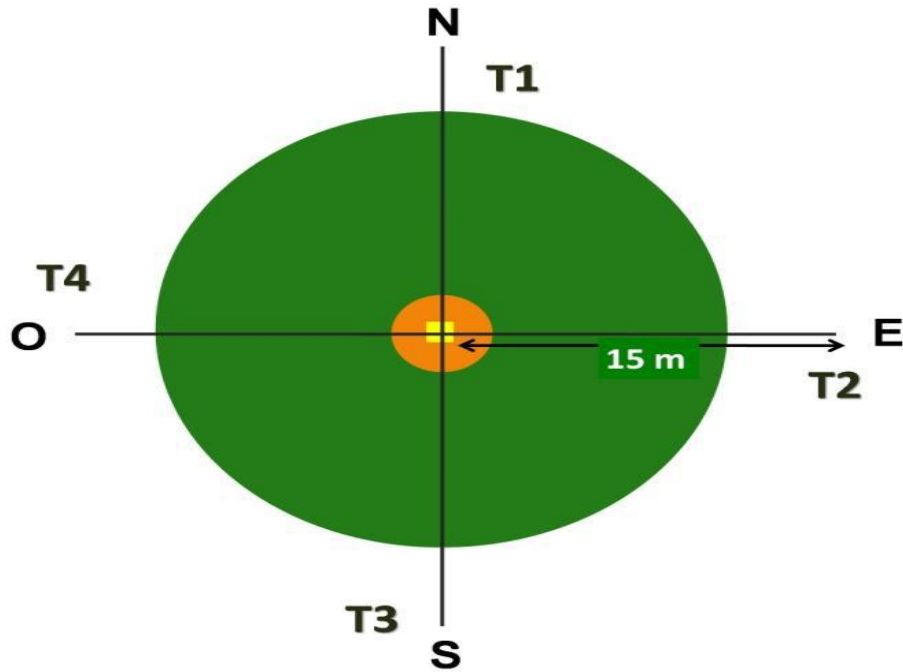


Figura 4. Esquema en el sitio 3 en comunidades áridas y semiáridas. (Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 2012).

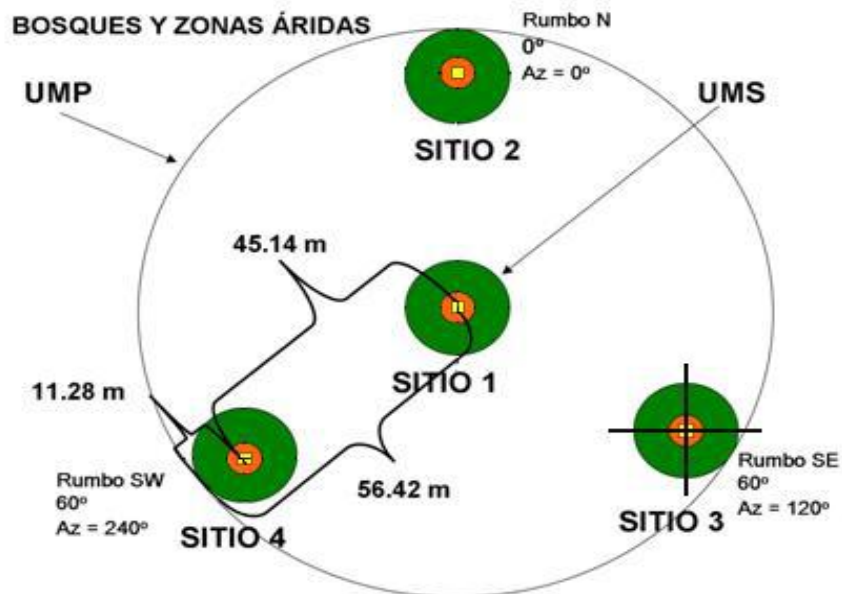


Figura 5. Esquema de la Unidad de Muestreo en comunidades áridas y semiáridas. (Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 2012).

### 5.8.2 Línea de intercepto Canfield

El uso de la línea intercepto puede definirse como un procedimiento de muestreo de vegetación basado en la medición de todas las plantas interceptadas por un plano vertical de líneas, localizadas aleatoriamente y de igual longitud, con la línea intercepto puede determinarse la cobertura de copa y la densidad vegetal. Los estimadores de la cobertura y densidad vegetal en el muestreo por línea intercepto, estiman a la media poblacional, este valor varía de acuerdo con la muestra que se tome en campo (Figura 6) (González y Sánchez, 2004).

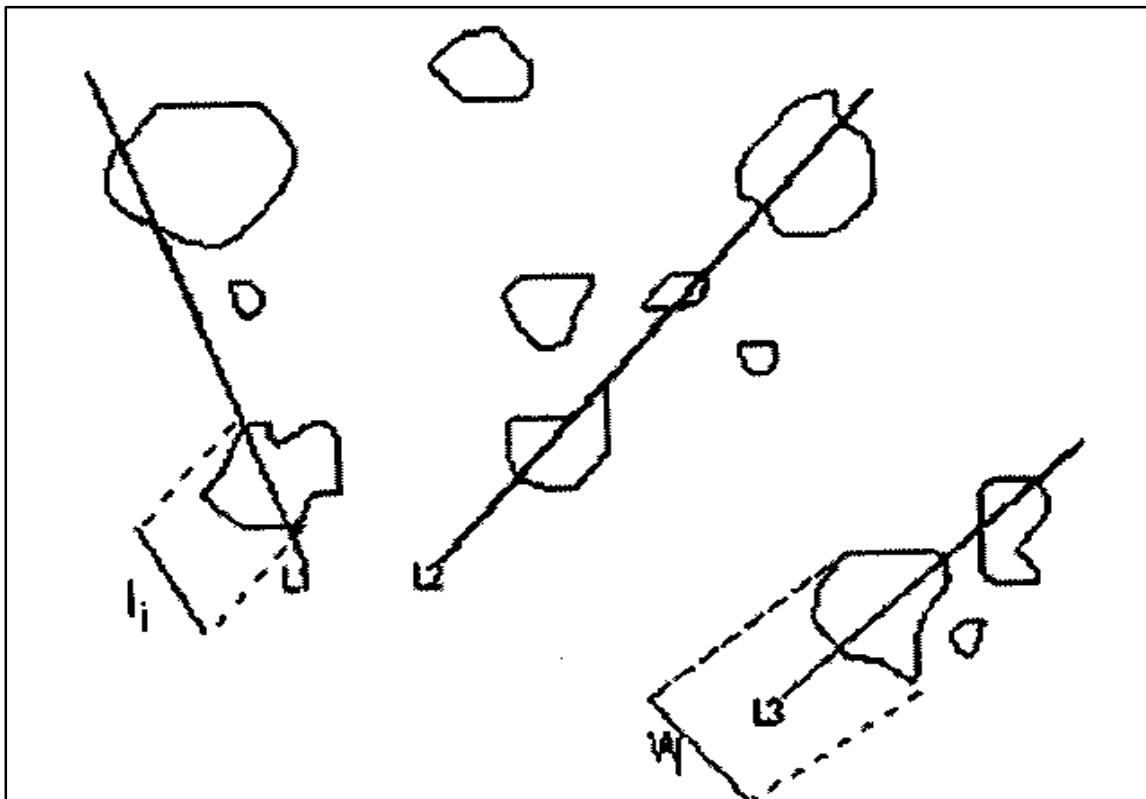


Figura 6. Unidad de muestreo línea de intercepto Canfield (González y Sánchez, 2004).

### 5.8.3 Muestreo al azar estratificado

Este sistema de muestreo es más preciso y confiable, requiriendo de mayor trabajo de campo y conocimientos de estadística para su ejecución.

Una vez rodalizada el área y determinadas las superficies se procede a la ubicación de los sitios de manera aleatoria, implicando un premuestreo para el cálculo del tamaño de muestra (número de sitios por muestrear) de acuerdo con precisión y confiabilidad establecida; del premuestreo solo se utilizará la varianza y permitirá avanzar en la toma de datos del muestreo definitivo (Figura 7).

En cada sitio de muestreo se registra la altura del planta en centímetros en diámetro medio del planta en cm, con estos datos y con la tabla de producción se estima la biomasa por planta y la sumatoria de estas proporcionan la producción por sitio (De la Garza y Berlanga, 1993).

Cabe mencionar que el muestreo al azar estratificado es el diseño básico para prácticamente todos los muestreos y aplicable a la descripción muestral de cualquier población cuya estructura permite el acceso a la muestra para los individuos que la integran, a los que previamente se les ha asignado una misma probabilidad de selección (Podrán *et al.*, 1997).

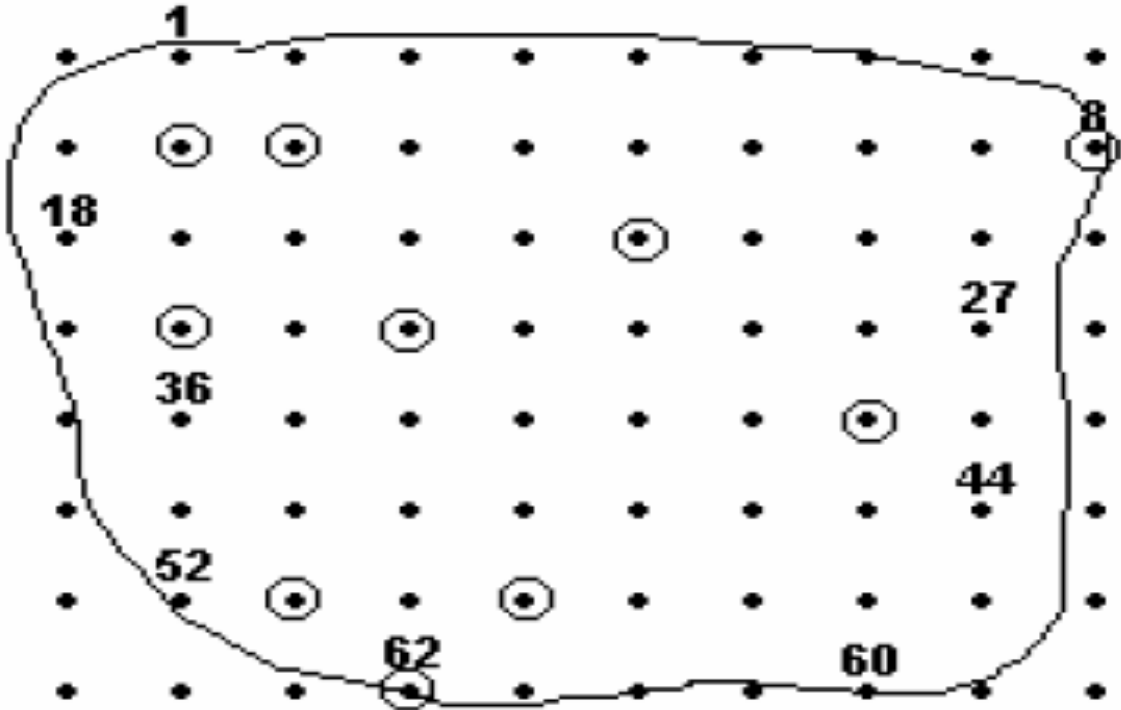


Figura 7. Esquema del muestreo al azar estratificado (CONAFOR, 2013).

## VI PRODUCCIÓN DE CERA DE CANDELILLA

### 6.1 Almacenamiento de la planta

Tradicionalmente y debido a que la cantidad de plantas que se pueden recolectar diariamente es mucho menor a la que puede ser procesada en las pailas en un día de trabajo, se acostumbra dedicar varios días a la actividad de colecta y traslado de plantas (Figura 8a), las cuales se apilan a la intemperie en el sitio donde posteriormente será procesada (Ávila, 2007) (Figura 8b).



Figura 8. a) Transporte de la candelilla; b) Acomodo de la planta en un patio de procesado (Ávila, 2007).

Se ha comprobado que el tiempo que se almacena la planta repercute positivamente en el porcentaje de cera de la misma, debido a que al disminuir el contenido de humedad en las plantas, se incrementa el porcentaje de cera sobre el peso total de

la misma, incrementándose además la cantidad de cera que puede extraerse mediante el sistema tradicional.

Es por esta razón que se sugiere almacenar la planta de candelilla por un periodo de 20 a 30 días, tiempo en el cual pierde alrededor del 10% de humedad, eficientándose el proceso de beneficio al incrementarse la extracción de cera en un 30%, ya que a una planta verde se le extrae un 2.5% de cera, mientras después de 30 día de almacenadas se le puede extraer hasta un 3.4% (De la Garza *et al.*, 1992).

## 6.2 Extracción de cera de candelilla

Se emplean recipientes de hierro denominadas pailas, con una capacidad aproximada de 500 litros de agua (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010)



Figura 9. Paila de hierro (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

Se agrega agua aproximadamente a un 85 % de la capacidad de la paila con el objetivo de dejar espacio para la planta de candelilla (Figura 10). Se procede a un calentamiento mediante fuego directo hasta el punto de ebullición (Figura 11).



Figura 10. Paila con agua (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).



Figura 11. Calentamiento de la paila (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

En la paila se colocan 2 cargas (8 tercios) de forma horizontal, una vez que el agua fue calentada hasta su punto de ebullición (Figura 12).





Figura 12. Acomodo de la candelilla en la paila (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

De forma consecutiva se comprime la planta en la paila (Figura 13a) y se cierra una de las dos parrillas (Figura 13b) de la paila para ejercer una mayor presión. Después se cierra la otra parrilla (Figura 13c) y se sumerge la candelilla que queda en las orillas de la paila con la ayuda de una rama (Figura 13d) y finalmente, con un tubo se prensa la planta con las parrillas (Figura 13e) hasta que la planta quede totalmente sumergida en el agua.



Figura 13. Proceso de inmersión de la candelilla: a) se comprime la planta en la paila; b) se cierra una de las dos parrillas; c) se cierra la otra parrilla; d) se sumerge la candelilla que queda en la orilla de la paila; e) se prensa la planta con las parrillas (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

Cuando el agua de la paila llega a su punto de ebullición (Figura 14a), se procede a agregarle el ácido sulfúrico (Figura 14b), de esta manera se produce una reacción violenta debido a que el ácido sulfúrico posee un punto de ebullición más bajo que el agua aumentando drásticamente la temperatura y la ebullición de la disolución, lo que permite la separación de la cera en forma de espuma, la que flota en la superficie, a lo que los silvicultores llaman cortar la cera.



Figura 14. a) Punto de ebullición; b) adición de ácido sulfúrico (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

La cera espumosa se retira de la paila mediante utensilios de aluminio o hierro con orificios (Figura 15a), esta herramienta es producto del ingenio de los candelilleros, la cual es llamada espumadera (Figura 15b).

Los orificios permiten eliminar la disolución agua-ácido sulfúrico y recolectar en mayor cantidad la cera en forma de espuma para posteriormente pasarla a un recipiente de hierro, con un orificio en una parte lateral inferior del mismo y tapado con un madero, dicho orificio permitirá el drenado posteriormente (Figura 16).

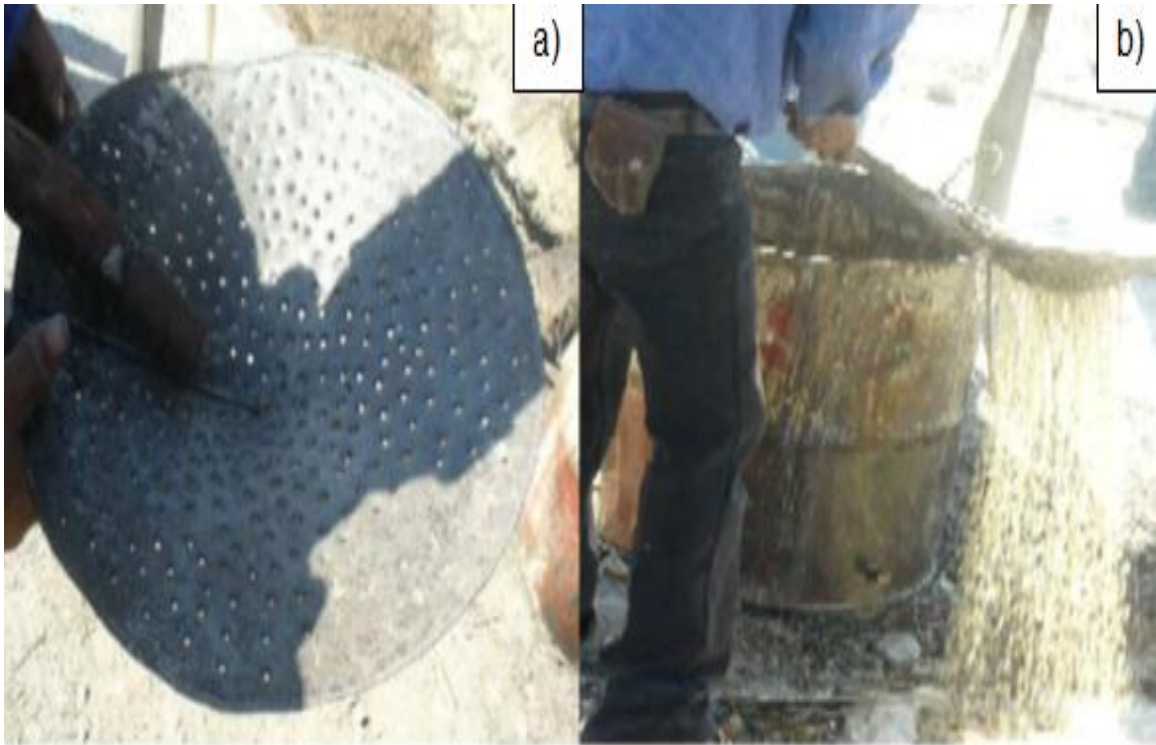


Figura 15. a) Utensilio de aluminio con orificios; b) espumadera (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).



Figura 16. Recipiente de hierro con orificio en la parte inferior (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

La espuma caliente (cerote) se separa por decantación de la solución, la cual es drenada al exterior al quitarle un trozo de madero que está incrustado en la parte inferior del recipiente. Posteriormente la solución es regresada a la paila para volver a reutilizarla en otra extracción.

En la parte intermedia del recipiente, se forma una capa fina de color amarillo que constituye la cera, a la cual se le conoce con el nombre de cerote (Figura 17a). En la parte superior del recipiente se forma una tercera capa, la cual consiste de una pasta formada por cenizas, burbujas e impurezas sólidas (Figura 17b).



Figura 17. a) Formación de la capa fina de cera; b) formación de una tercera capa (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

El cerote se deja enfriar para solidificar a temperatura ambiente aproximadamente 12 horas, después la cera endurecida se fragmenta mediante una técnica de golpeo en trozos grandes de fácil manipulación y se retiran manualmente parte de las impurezas adheridas al fragmento sólido de cerote (Figura 18). En un recipiente de acero o de hierro se le vierte el agua que fue utilizada para la extracción de la cera en la paila y se calienta a fuego directo hasta su punto de ebullición (Figura 19).



Figura 18. Cerote endurecido (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).



Figura 19. Calentamiento de agua (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

La cera decantada libre de impurezas sólidas, conocida como cera de candelilla cruda, se deja enfriar para que solidifique nuevamente durante 24 horas (Figura 20).



Figura 20. Enfriamiento de la cera (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010).

### 6.3 Almacenaje y transporte de la cera

Una vez que ya se ha enfriado la cera, se corta en trozos y se empaqueta en costales de 25 kilos para su venta (Canales *et al.*, 2006).

El transporte y almacenamiento por parte de personas distintas a los titulares del aviso de aprovechamiento de la hierba de candelilla con fines comerciales, se acreditará con las remisiones forestales o facturas de venta que expidan los enajenantes a favor de los adquirentes, las que deberán contener: número progresivo y fecha de expedición, nombre y firma de quien lo expide, entidad federativa, municipio y denominación del predio del que procede el producto, cantidad en kilogramos o toneladas que ampara el aviso del aprovechamiento,

código de identificación proporcionado por la Secretaría (NOM-018-SEMARNAT-1999 y RLGDFS 2014).

Sin embargo, dicha norma ya no se encuentra vigente y es por esta razón que actualmente el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal es quien rige y acredita la legal procedencia de los productos no maderables en los que se incluye la cera de candelilla.



## VII USOS Y APLICACIONES

### 7.1 Productos derivados de la cera de candelilla

Entre sus múltiples usos puede mencionarse su aprovechamiento en la elaboración de pinturas, abrillantadores, velas, recubrimiento en productos de piel, cordelería y bujías, cosméticos, productos moldeados, cerillos, llantas, envases desechables, papel encerado y artículos eléctricos (Cervantes, 2005) (Cuadro 1).

Cuadro 1 Utilización de la cera de candelilla (Cervantes, 2005).

Planta	Lubricante	Cosmético	Otros
Candelilla	Aparatos de alta propulsión (naves espaciales)	Pintura de labios y ojos, cremas	Velas, pinturas, abrillantadores Productos moldeados, bujías, cerillos, llantas, envases desechables y papel encerado Artículos eléctricos Recubrimiento de frutas y chocolates (retarda los efectos que produce su descomposición) Elaboración de dulces y chicles.

Existen muchas otras aplicaciones actualmente, incluyendo recubrimientos de cartón, fabricación de crayones, pinturas, tintas, lubricantes, adhesivos, papel, impermeabilizantes, anticorrosivos y fuegos artificiales; también para mejorar la dureza de algunas ceras más suaves, (Cabello *et al.*, 2013).

### 7.2 Aplicaciones medicinales

La cera de candelilla tiene aplicaciones medicinales tales como antitumorales, antioxidantes, antimicrobianos, antivirales y antiinflamatorios (Cabello *et al.*, 2013).

## VIII PERSPECTIVAS DEL APROVECHAMIENTO DE LA CERA

Hoy en día los candelilleros enfrentan la sobreexplotación del recurso, hecho que ha ocasionado una importante disminución en la población de las plantas, por lo que es urgente desarrollar tecnologías para optimizar la explotación racional de la candelilla, tan importante para los pobladores de estas regiones y para incontables industrias nacionales e internacionales (Rodríguez *et al.*, 2011).

La CONAFOR en el año 2012 en convenio con la Universidad Autónoma de Coahuila realizó un proyecto de transferencia de tecnología titulado “Estudio de la factibilidad de la implementación del nuevo proceso de extracción de cera de candelilla a base de ácido cítrico y factores que influyen en su apropiación”. Se construyeron dos equipos para la extracción de cera de candelilla orgánica en la empresa M&H Metal Mecánica (Figuras 21, 22a, 22b, 23a, 23b y 24).



Figura 21. Tanque totalmente terminado con los alerones que reducen el flujo de calor (Aguilar, 2012).



Figura 22. a) Cámaras de calor de los equipos; b) rejas superior e inferior de los mismos (Aguilar, 2012).



Figura 23. a) chimenea para favorecer el tiro de los gases; b) cierre hermético de los equipos para el máximo aprovechamiento del calor (Aguilar, 2012).



Figura 24. Fibra de cerámica colocada como aislante térmico entre la cámara de calor y el tanque (Aguilar, 2012).

Los equipos de baja presión para la extracción de cera de candelilla orgánica se probaron en el ejido Estanque de Norias y posteriormente en el ejido La Reforma con los que se trabajó (Figura 25).



Figura 25. Equipos en las comunidades Estanque de Norias y La Reforma (Aguilar, 2012).

Se realizó un curso-taller con la finalidad de capacitar a los integrantes de los ejidos Estanque de Norias y La Reforma para la extracción de cera de candelilla con el equipo de baja presión. Se les proporcionó ácido cítrico a cada comunidad para que comenzaran a trabajar con las extracciones por cuenta propia, para su acoplamiento con el nuevo proceso propuesto.

Se realizó una primera visita en el ejido La Reforma, donde se recolectaron los datos de las extracciones hechas por los productores (Figura 26 a, b y c).



Figura 26. Proceso de extracción de cera de candelilla: a) cierre total del equipo extractor; b) punto de ebullición; c) retiro de la cera espumosa (Aguilar, 2012).

En cuanto a los resultados obtenidos, se compararon las cantidades de planta utilizada para cada proceso (proceso con ácido sulfúrico y el proceso con ácido cítrico (Figura 27).

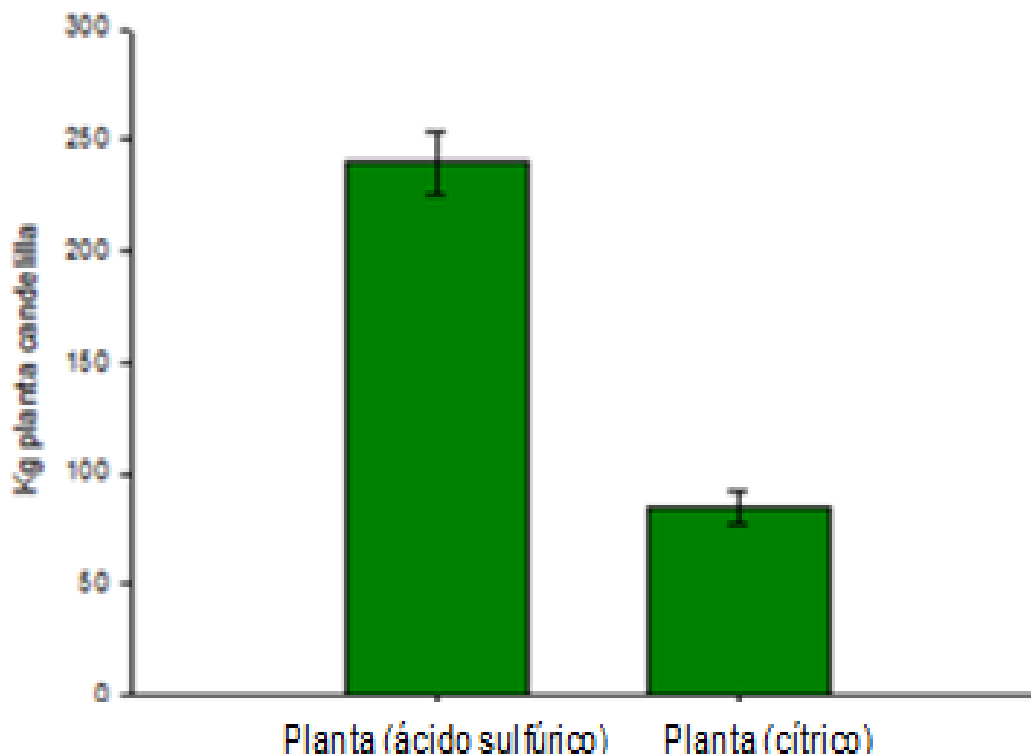


Figura 27. Cantidad de planta de candelilla utilizada para cada proceso de extracción (Aguilar, 2012).

Se observó que el proceso tradicional con ácido sulfúrico permite trabajar con más cantidad de planta, alrededor de los 250 kg de planta, en cambio, el proceso con ácido cítrico se realizó en los equipos de baja presión, los cuales tienen un volumen menor, por esa razón se trabajó con alrededor de 90 kg de material. Finalmente se observó que los rendimientos de obtención de cerote empleando ácido sulfúrico fueron claramente menores a los rendimientos obtenidos con el ácido cítrico (Figura 28).

Se determinó que con el uso de 1.5 litros de ácido sulfúrico se logran obtener hasta 6 kg de cerote a partir de 250 kg de planta, un 2.4 % de rendimiento. En cuanto al proceso con ácido cítrico se observó que con el empleo de 900 g de ácido cítrico se obtuvieron 2.5 kg de cerote a partir de 90 kg de planta, lo cual representa un valor del 2.8 % de rendimiento (Figura 29).

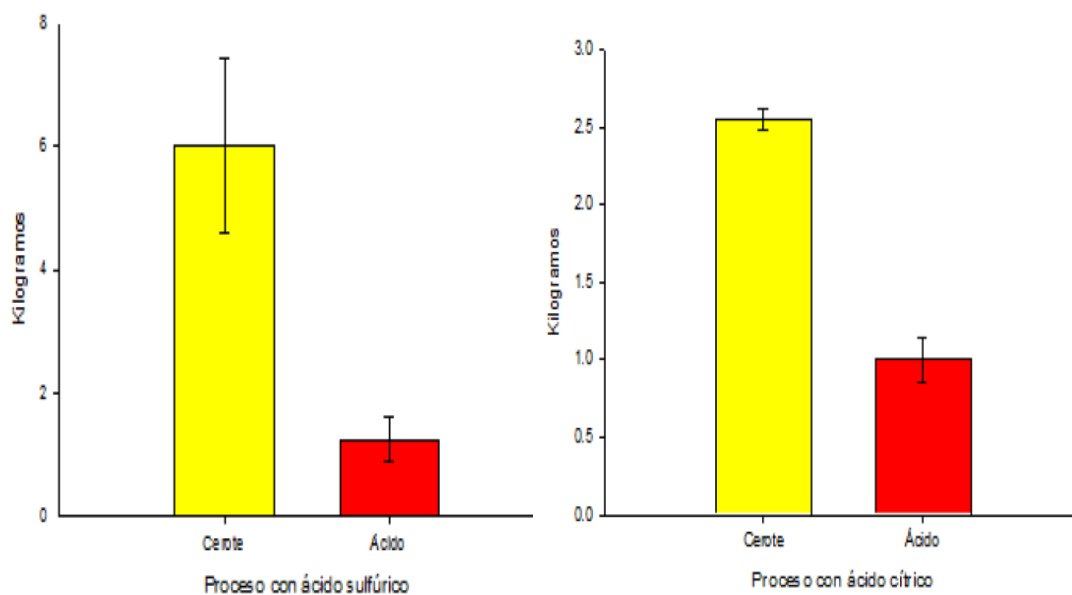


Figura 28. Rendimiento de obtención de cerote en función de la cantidad de ácido sulfúrico y ácido cítrico (Aguilar, 2012).

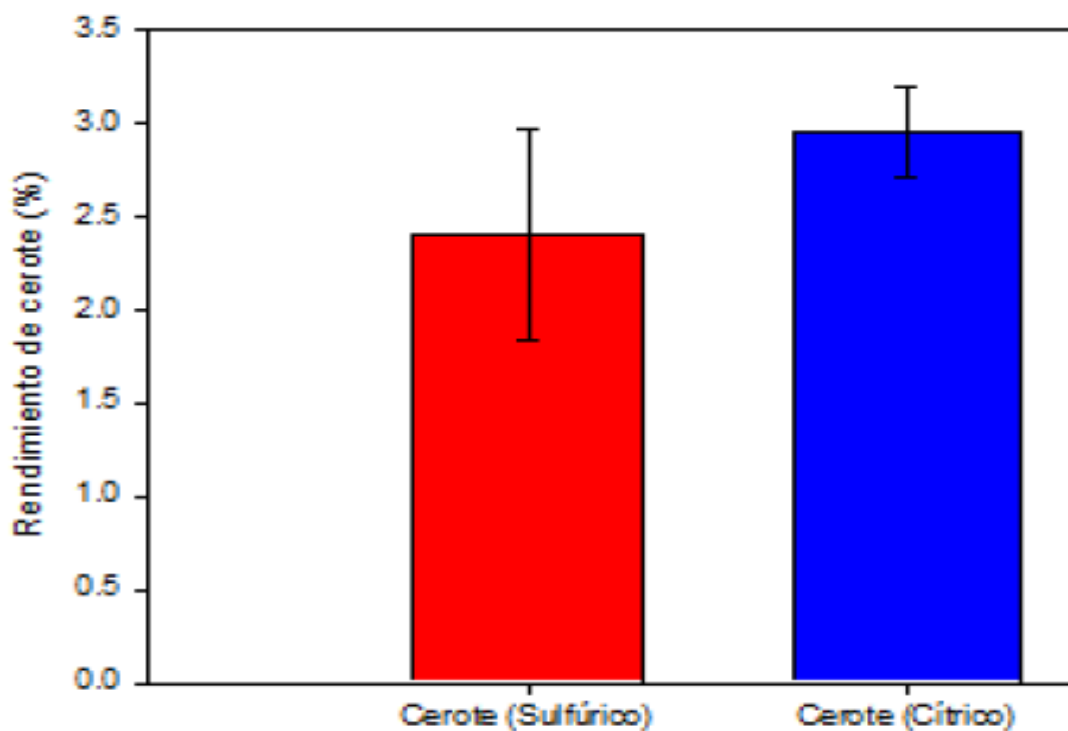


Figura 29. Rendimiento de obtención de cerote en función de la cantidad de ácido cítrico empleado (Aguilar, 2012).

Cuadro 2. Costos para la extracción de cerote (Aguilar,2012).

Ácido	Cerote(kg)	\$ del ácido	Cantidad de ácido
Sulfúrico	6	37.5	1.25 l
Cítrico	6	40.54	2.4 kg

l=litro kg=Kilogramo

Cuadro 3. Costos de ácidos y pailas (Aguilar, 2012).

Costos de ácidos	Costo de paila
Sulfúrico \$30 c/l	Hierro 18,000.00
Cítrico \$16.89 c/Kg	Equipo 285,218.29.00

C/l=cada litro c/Kg=cada kilogramo

Dado que una paila convencional se cambia cada año y medio (dependiendo del uso) aproximadamente, por lo que a 25 años genera un gasto de 300, 000.00 y el equipo nuevo de acero inoxidable tiene una vida útil promedio de 50 años, por lo que a 25 años de uso se recuperaría la inversión en su totalidad, sin mencionar que no se cambiaría cada año y medio y ofrece ventajas tales como la obtención de cera orgánica, no representa daños a la salud humana, no representa daños al medio ambiente y se aumenta la calidad de la cera obtenida (Aguilar, 2012).

Una investigación realizada respecto al aprovechamiento de candelilla fue realizado por Multiceras S. A. de C. V. a través del Instituto de la Candelilla y en vinculación con el cuerpo de investigadores del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas para determinar las propiedades, así como las probables aplicaciones tecnológicas y sociales de los residuos naturales provenientes del proceso de deshidratación de la planta de Candelilla (*Euphorbia cerífera*).

De dicha investigación se obtuvo que el bagazo de la hierba está mayormente compuesto por el polímero de Lignina y moléculas de Hemicelulosa, dicho residuo podría ser utilizado como aditivo en el proceso para mejorar y reforzar las propiedades de algunos plásticos. También se propone utilizar la nueva fibra de carbono, con características de alta resistencia, en proyectos comunitarios



sustentables como la edificación de viviendas ecológicas y la elaboración de muebles; así como la posibilidad de producir combustible biodegradable.

Respecto a la propuesta de reforzar las características de materiales plástico se detalló que mediante el trabajo de laboratorio, se obtuvo un tipo de fibra de vidrio a partir de una muestra de polvo de composta de candelilla y sobre la posibilidad de obtener bioetanol vía residuos de candelilla, este proceso es viable, el mismo implica tiempo y una inversión económica mayor.

En relación a los posibles alcances sociales, estos procedimientos será apropiada y que redundaría en más beneficios de ese tipo sería producir una fibra para construir muebles y edificar casas a partir de recursos naturales como ocurre en Europa donde hacen uso de desechos vegetales o madereros.

De esta forma se busca utilizar y aprovechar al máximo el recurso natural que representa el tallo, aparentemente seco y sin utilidad, en que queda convertido el filamento de la planta tras aplicar al mismo el proceso para separar del mismo la cera que le permite su hidratación natural (Morales y Garay, 2011).

Por otra parte, aunque el mercado de la candelilla parece estar asegurado en el futuro próximo, es indudable que la producción de cera resulta cada vez más difícil, pues los campesinos han agotado poco a poco las comunidades naturales cercanas a sus ejidos y a las pequeñas propiedades, cuyos dueños les cobran derecho de explotación. Por esta razón, los candelilleros tienen que trasladarse a grandes distancias de sus centros poblacionales, para poder obtener los volúmenes de la planta que necesitan para su sostenimiento. Es por esta razón que la meta a futuro debe consistir en la obtención creciente de un producto procesado de alta calidad que permitiría al país recibir mayores divisas extranjeras, que las que se obtienen por la exportación de la cera de candelilla como materia prima de baja calidad (Cervantes, 2005).

Se están implementando proyectos piloto para la tecnificación del proceso de la cera de candelilla con apoyos de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) a través del programa de desarrollo de zonas áridas (PRODEZA) ejercicio 2014 en el Semidesierto de Zacatecas; los que consisten en construir una obra civil con la infraestructura necesaria para tecnificar el proceso de extracción de cera de candelilla (módulos), considerando inversiones en infraestructura y equipo, reforestaciones, desarrollo de capacidades y puesta en marcha del proyecto. La construcción de la obra civil se proyecta de preferencia fuera de la comunidad para disminuir riesgos a la salud, mejorar las condiciones de trabajo y concentrar todas las actividades en un solo lugar de trabajo, anteriormente y por costumbre las pozas estaban dentro de la comunidad en esa región (CONAZA, 2014).

## IX COMERCIALIZACIÓN DE LA CERA DE CANDELILLA

### 9.1 Producción histórica de la cera de candelilla

La cronología histórica de la producción y comercialización de la cera de candelilla está dividida en tres épocas: la primera llamada Iniciación (Cuadro 4), la segunda nombrada Auge (Cuadro 6) y la tercera Declinación (Cuadro 6) (Campos y Chávez, 1981).

Cuadro 4 Cronología histórica de la primera época (Iniciación) de la producción de cera de candelilla (Campos y Chávez, 1981).

Año	Acontecimiento
1910	En Nuevo México, se instala una planta piloto para extraer cera empleando agua caliente.
1912	Se populariza la cera de candelilla en el mercado estadounidense.
1913	La distribución de la cera en el mercado norte americano se empieza a realizar a través de intermediarios.
1914	Se empieza la extracción con ácido sulfúrico, la cual se populariza rápidamente.
1914-1918	La Primera Guerra Mundial provoca una alta demanda de cera de candelilla por parte de los industriales americanos.
1914-1937	Los predios candelilleros eran rentados a concesionarios, quienes contrataban los peones. Los grupos sociales empiezan a formarse en entorno a esta nueva especialización del trabajo.
1918	En Gobierno Federal Mexicano permite la libre explotación de la candelilla.
1920	Con el fin de controlar la producción de cera, es creado el banco hipotecario ejidal.
1928-1931	El precio del cerote llega a ser un tercio más alto que el algodón y cerca del doble del hule del guayule.

Continuación del cuadro 4

1929-1933	Depresión económica en el mundo.
1930-1936	Se genera un movimiento campesino que culmina con el reparto agrario en la Laguna. Los predios candelilleros no son afectados, sí hasta mediados de 1940.
1934	Se recupera el mercado de cera de candelilla.
1935	El impuesto forestal por toneladas de candelilla recolectada era de 5 pesos o 250 por tonelada de cera obtenida.
1936	Los principales centros recolectores: Ojinaga, Chihuahua; Torreón; Ocampo y Saltillo, Coahuila.
1937	Brasil empieza a exportar cera de Ouricurí.

Cuadro 5. Cronología histórica de la segunda época (Auge) de la producción de cera de candelilla (Campos y Chávez, 1981).

Año	Acontecimiento
1937	Se integra la Unión de Créditos de Productores de Cera Candelilla (UCPCC), con los antiguos concesionarios para eliminar los intermediarios de la explotación de cera. Se exporta el 98% de la producción total.
1938	Bancomext respalda a la Unión en la distribución de la cera y en el aniquilamiento de los intermediarios
1938-1945	Segunda Guerra Mundial. Los miembros de la UCPCC estiman la demanda en seis o siete mil toneladas anuales y deciden que el 61% de la producción se efectúe en Coahuila y el 39% Restante entre Chihuahua, Durango y Nuevo León.
1940	Se asientan los primeros grupos candelilleros en torno a las rancherías.
1941	Como resultado de la presión política ejercida por las comunidades de ixtleros y candelilleros, se crea la Federación de Cooperativas de Compra en Común de Productores Forestales (La Forestal. S.de R.L.).

Continuación del cuadro 5

---

1944	Se incrementa el impuesto federal: se pagan \$ 5.85 por toneladas de candelilla recolectada y \$ 252.50 por tonelada de cerote extraído.
1944	La UCPCC decreta una veda que duraría hasta 1947. El objetivo era disminuir la cera almacenada, pues la producción sobrepasó a la demanda estimada. La veda no fue respetada: los campesinos vendían la cera de contrabando: para acabar con él, la UCPCC decide instalar guardias blancas.
1946	La renta por explotar los predios candelilleros era \$ 874.00 por tonelada de candelilla (alrededor de 10% del precio de la cera).
1947	El Gobierno Federal decreta una veda a la explotación de la cera de candelilla.
1940-1950	Emigran más de 20,000 habitantes de la región candelillera a los centros de atracción más importantes. Torreón, Saltillo, Parras, Monclova y Monterrey.
1950	Se forman los primeros predios candelilleros. Se insiste ante representantes del Gobierno Federal en la supresión de veda.
1952	El Gobierno Federal decreta otra veda que duraría hasta septiembre de 1953. La SAG exige a los concesionarios entregar toda la cera que tienen almacenada.
1953	Se autoriza la explotación solo a ejidatarios que no dispongan de otro ingreso. Bancomext se hace cargo de la comercialización de la cera. El contrabando prolifera. Se empiezan a probar disolventes para la extracción.

---

Cuadro 6. Cronología histórica de la tercera época (Declinación) de la producción de cera de candelilla (Campos y Chávez, 1981).

Año	Acontecimiento
1954	Se integra con apoyo gubernamental la Unión de Ejidos Productores de Cera de Candelilla.
1955	Bancomext continua la refinación y distribución de cera: destina 2.5% de las ventas para la integración de un fideicomiso que colabora en el desarrollo en la región candelillera.
1956	Se crea el Fideicomiso de la Cera de Candelilla, adjunto a Bancomext.
1957	El impuesto federal fue de \$ 428.00 por tonelada de cera. El contrabando logra reducirse de 350 toneladas al mes a sólo 25.
1958	Se crea el Comité Pro-Mejoramiento de las Zonas Desérticas, en el estado de Coahuila.
1950-1960	Emigran más de 66,000 habitantes de los ejidos candelilleros.
1960	Se devalúa el Cruceiro: la Carnauba incrementa su venta y la candelilla disminuye.
1961	Se reinicia el movimiento con mayor potencia: 5 Secretarios de Estado viajan con una manifestación de más de 3000 pobladores del desierto rumbo México.
1962	Se integra la Comisión Mixta de la Zonas Áridas: intervienen en su formación: SAG, Industria y Comercio y el Departamento de Asuntos Agrarios y colonización.
1963	Se empieza almacenar grandes cantidades de cera en las bodegas de Bancomext.
1964	Se crea el Fideicomiso del Fondo Candelillero, adscrito a Banrural.
1960-1970	En este periodo la migración llega a ser de 195,062 pobladores de la región candelillera.
1971	La cera almacenada alcanza a ser de 8000 toneladas, cerca de 100, 000,000 de pesos.

Continuación del cuadro 6

1974	Ingresan los candelilleros al IMSS. En Brasil se pierde la cosecha de Carnauba, la venta de candelilla se incrementa
1976	El Fideicomiso del Fondo Candelillero rinde su primer informe.
1978	En la Reunión Nacional de Ejidatarios, se crea la central Única de Productores de Cera de Candelilla.
1979	Deja Bancomext de controlar la distribución de la cera; Banrural queda comisionado el control de la producción y distribución. Se permite la explotación a pequeños propietarios.

9.2 Producción actual de la cera de candelilla

La Semarnat a través de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFS), ha elaborado anuarios con información sistematizada referente a la producción forestal maderable y no maderable en México (incluyendo la cera) dentro de los años 2000-2012, en el cual para inicios de este periodo, la producción de cera sólo se llevaba a cabo en el estado de Coahuila, situación que de manera general se mantuvo hasta el 2004, cuando poco a poco se fueron integrando los estados de Chihuahua, Durango, Nuevo León y Zacatecas (Anuario Forestal 2000-2012) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estados productores de cera de candelilla en el periodo 2000-2012 (Anuario Forestal 2000-2012).

Año	Estados				
	Coahuila	Chihuahua	Durango	Nuevo León	Zacatecas
2000	94				6
2001	50				
2002	392				
2003	476				
2004	559		220		
2005	2,713	60	70	51	
2006	349	16			
2007	556	137	30		
2008	49	122	2		65
2009	755	214	40		62
2010	575	152	100	27	15
2011	872	155	83	53	29
2012	1,157	68	30	58	29

De manera estadística, la mayor producción de cera en este periodo se dio en el año 2005, ya que Coahuila Chihuahua, Durango y Nuevo León tuvieron una importante producción; sin embargo hubo un decremento notable para los próximos años, particularmente para el año 2008 (Anuario Forestal 2000-2012) (Figura 30).

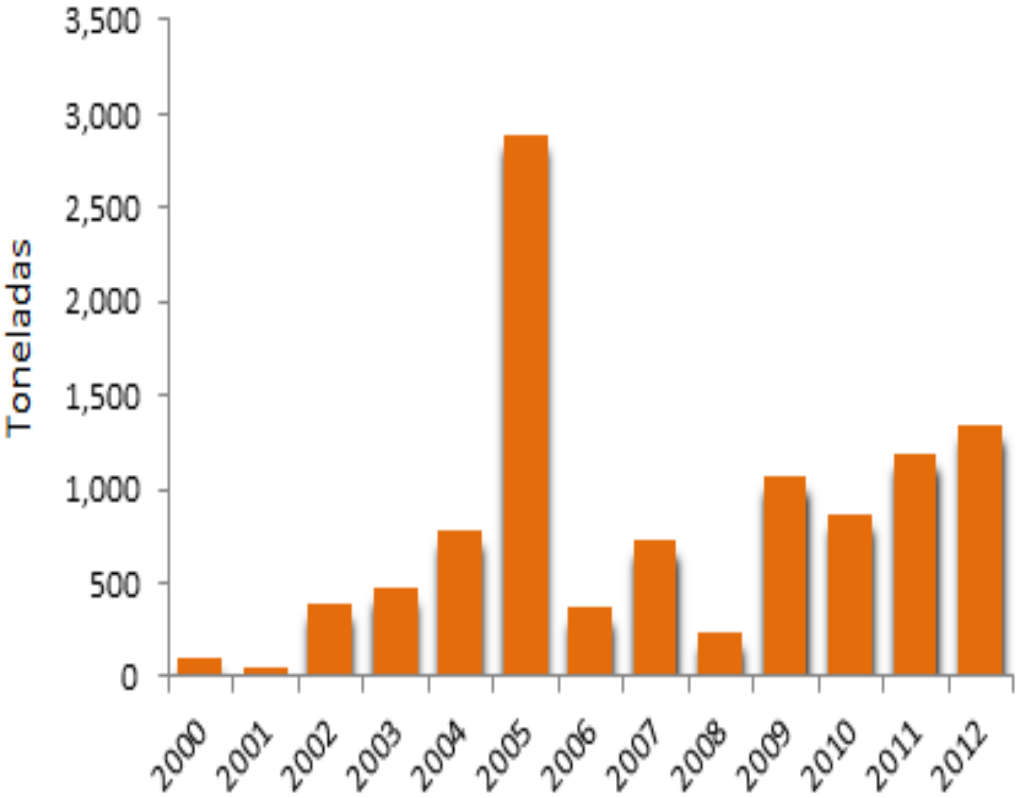


Figura 30. Producción total de cera año en el periodo 2000-2012 (Anuario Forestal 2000-2012).

Analizando la producción total dentro de este periodo, en cada uno de los estados productores, se obtuvo que Coahuila es el estado con más producción seguido por Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nuevo León respectivamente (Anuario Forestal 2000-2012) (Figura 31).



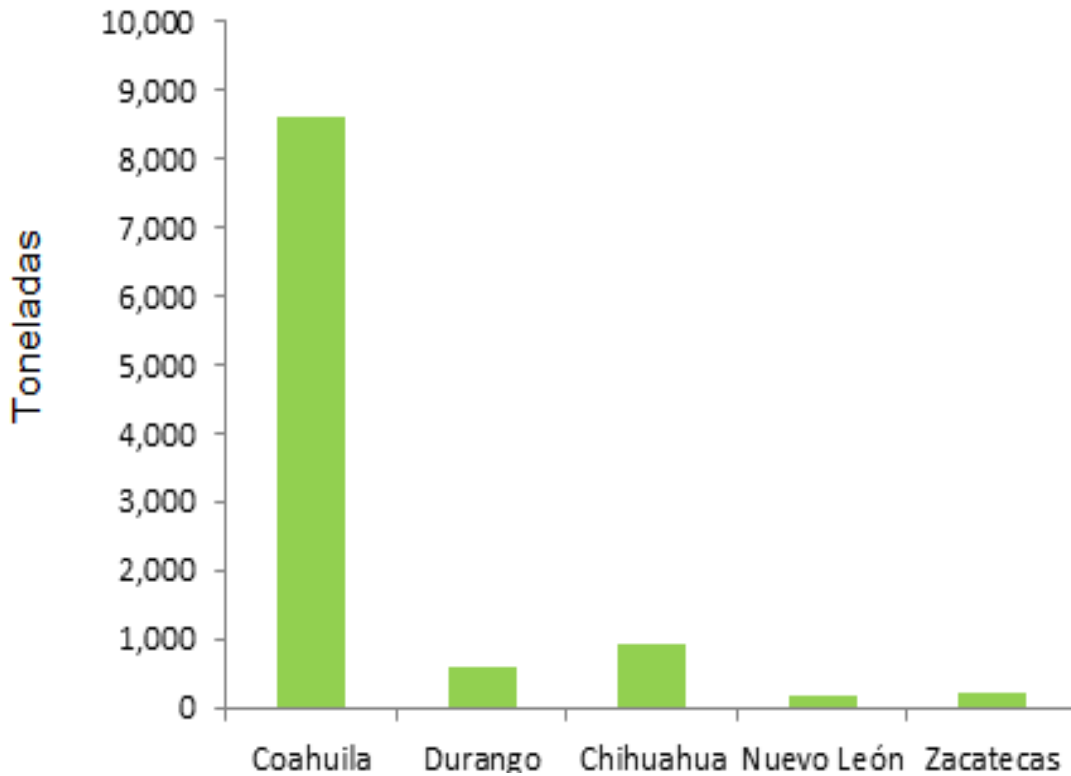


Figura 31. Producción total de cera por estado en el periodo 2000-2012 (Anuario Forestal 2000-2012).

### 9.3 Principales mercados de la cera de candelilla

Las exportaciones se han mantenido dentro del periodo 2006-2010, de las cuales la mayor parte se dirigió a Estados Unidos, Francia, Japón y Alemania principalmente; aunque dentro del aumento mencionado es importante señalar que para el año 2010 hubo un descenso en las ventas de este producto (Hernández, 2013) (Figura 32).

En valores porcentuales para el año 2009 se exportó un total de 1,777 toneladas de cera de candelilla donde los principales países importadores fueron los apenas mencionados, siendo Japón el país con mayor cantidad importada, seguido por Estados Unidos (MULTICERAS, 2010) (Figura 33)

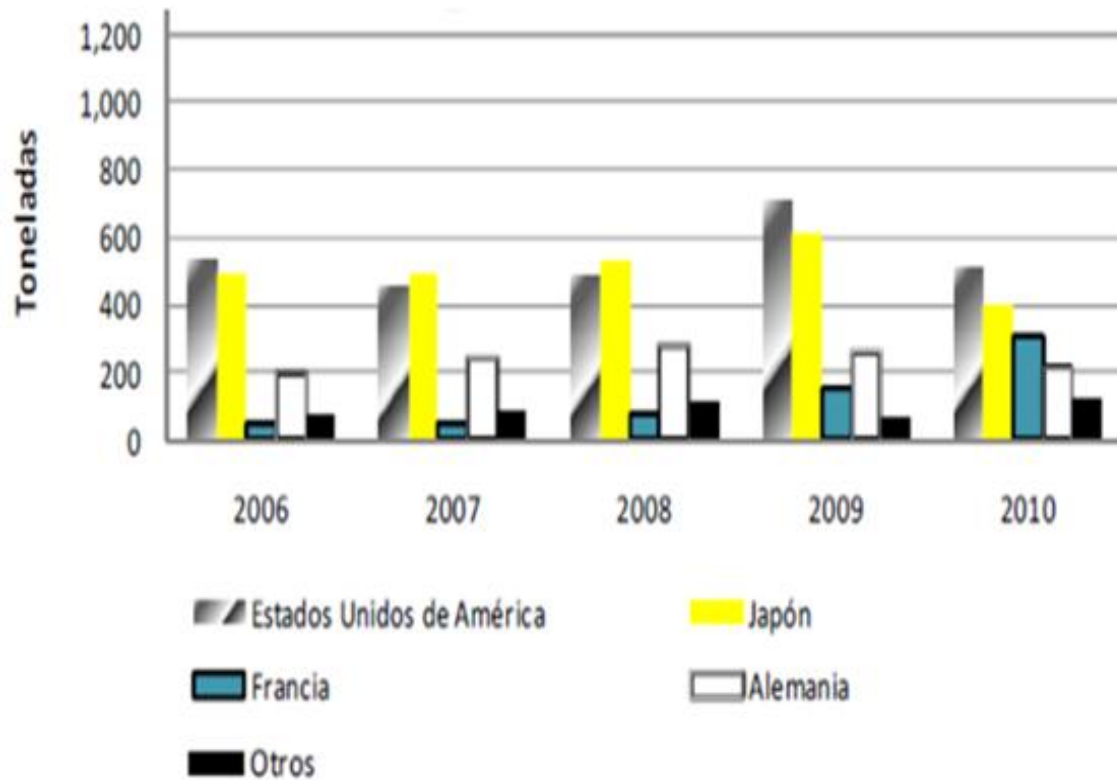


Figura 32. Principales compradores de cera de candelilla en los años 2006- 2010 (Hernández, 2013).

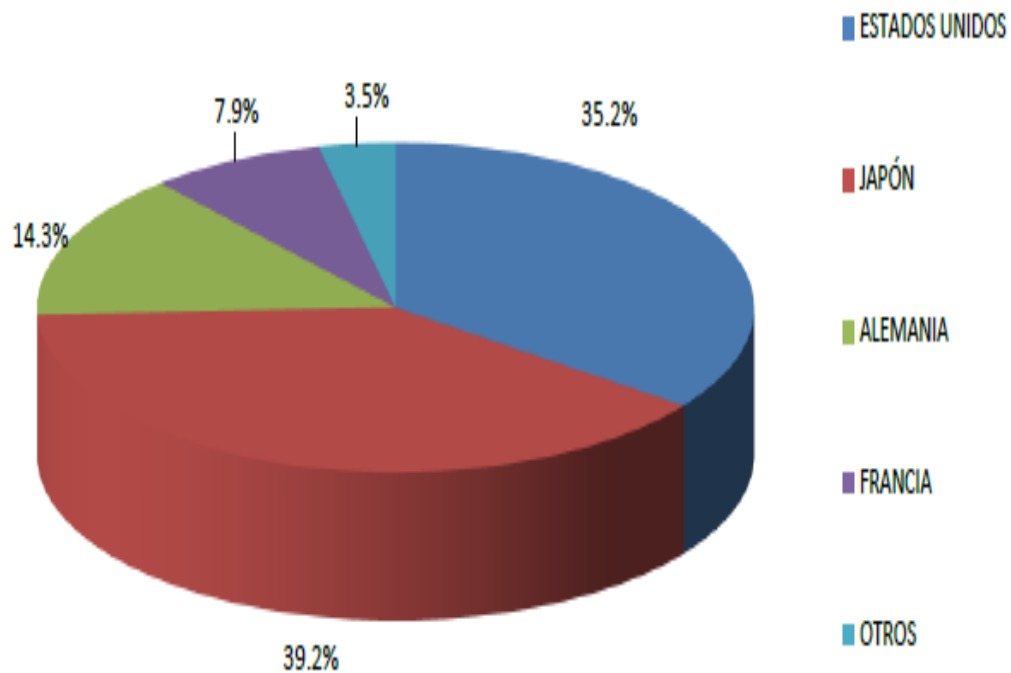


Figura 33. Principales destinos 2009 (MULTICERAS, 2010).

Es importante señalar en este contexto de comercialización, que la candelilla se encuentra enlistada desde 1975 en el apéndice número dos de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) donde incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero cuyo comercio debe regularse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia, lo cual para las exportaciones de material en bruto de la candelilla, son reguladas por esta convención donde los certificados de exportación son emitidos por la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuando se garantice que el aprovechamiento es sustentable y que no pone en peligro a la especie; sin embargo actualmente no se necesitan permisos CITES para comercializar internacionalmente los productos terminados y empacados que contengan cera de candelilla, como cosméticos, pinturas, aislantes, lubricantes y dulces. Siendo México el único país productor de cera, la nueva anotación ha brindado certidumbre al trabajo de los sectores involucrados en su extracción y procesamiento, ya que permite incrementar los niveles de exportación (CONABIO, 2010 y Camarena, 2012).

#### 9.4 Precios

El precio de la cera de candelilla dependió hasta la intervención del Banco Nacional de Comercio Exterior, S. A., de las Uniones que pagaban a los ejidatarios \$1.50 por kilo de cerote, vendiendo la cera ya refinada a precios mucho más altos. Desde 1955 este Banco pagaba a los ejidatarios \$5.00 por kilogramo de cerote. El precio de venta en el mercado doméstico, para la cera elaborada era de \$8.35 en cantidades menores de una tonelada y de \$8.10 cuando son superiores a la tonelada (BANCOMEX, 1959); Sin embargo para el año de 1993 hubo una disminución ya que el cerote fue pagado por CENAMEX S.A de C.V. a \$ 6.00 el kg y se comercializaron 1,652 toneladas; mientras que para 1998 fue pagado a \$ 14.08 por la misma empresa y se comercializaron 1,250 toneladas (Méndez, 1999). Según investigaciones realizadas directamente con los productores y con empresarios como lo son MULTICERAS de Cuatro Ciénegas, Coahuila, el precio va en aumento

para los productores primarios 2002-2007 (Ávila, 2007). Según Hernández (2013), menciona que en los años 2008-2011 el kilogramo de cera se ha mantenido en \$ 29 de manera general y que en los últimos dos años tuvo un aumento a \$ 33. 00, precio que se mantiene (Cuadro 8).

Cuadro 8. Precios de kg de cera de candelilla entre 1954 y 2013.

Año	Precio/ kg de cera extraída (\$)
1954	1.50*
1955	5*
1993	6**
1998	14**
2002	22***
2003	22***
2004	22***
2005	23***
2006	24***
2007	27***
2008	29****
2009	29****
2010	29****
2011	29****
2012	33****
2013	33****

BANCOMEX (1959)\*; Méndez (1999) \*\* ; Ávila (2007) \*\*\* ; Hernández (2013)\*\*\*\*

En este mismo contexto se tiene que actualmente el costo del kilogramo sigue siendo de 33 pesos; sin embargo Ochoa (2012), considera que el precio puede verse notablemente mejorado al agregar un proceso de refinación alcanzando un precio de hasta 70 u 80 pesos.

## 9.5 Canal de comercialización

El cerote una vez extraído es vendido a los representantes comerciales de las empresas refinadoras o a cualquier intermediario (coyote) que les ofrezca un mejor precio a los pequeños productores, ya que para ellos es de gran dificultad tener acceso a las empresas que procesan la cera por la lejanía en que viven (Ávila, 2007)

Actualmente existen varias empresas que comercializan la cera de candelilla Multiceras, Ceras del Desierto, Ceras Nacionales de México, Comercializadora de Recursos Naturales, Producción de Cera S.A. de C.V. además de acopiadores particulares; aunque los intermediarios (coyotes) son los que más compran el cerote a un bajo precio, aprovechando las carencias de las comunidades y lo productores (Ávila, 2007).

## X SUBSIDIOS O APOYOS GUBERNAMENTALES

### 10.1 Comisión Nacional Forestal

En este aspecto la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través PROARBOL otorgó apoyos en los años 2007-2009 a comunidades de candelilleros en el estado de Coahuila mediante diferentes conceptos como lo son programas de manejo para establecimiento de plantaciones, programas de desarrollo forestal, reforestaciones, PRODESNOS, cadenas productivas, compensación ambiental, (obras de restauración de suelos en terrenos con cambio de usos de suelo para plantaciones de candelilla) servicios ambientales (ejecución de Proyecto hidrológico, elaboración y promoción de Proyectos de biodiversidad, conservación de la biodiversidad) e incendios forestales (apoyo para adquirir vestuarios y prendas de protección, así como herramientas para brigadas voluntarias) (CONAFOR, 2009) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen general de apoyos 2007-2009 de PROARBOL a candelilleros en el estado de Coahuila (CONAFOR, 2009).

PROGRAMA	NO. DE APOYOS	SUPERFICIE BENEFICIADA (HA)	MONTO DE APOYOS
DESARROLLO FORESTAL	69	124,869	5,510,429
PRODEPLAN(PMF)	145	32,834	2,816,788
PRODEPLAN(ESTAB)	79	17,744	133,380,108
REFORESTACION	362	41,113	42,695,908
PRODESNOS	12	550	1,122,489.84
CADENAS PRODUCTIVAS	9	630	810,292.00
COMPENSACION AMBIENTAL	3	788	4,035,753
SERVICIOS AMBIENTALES	9	6,998	11,219,196
INCENDIOS	1		31,353
<b>TOTALES</b>	<b>689</b>	<b>225,526</b>	<b>201,622,316.84</b>

A través del Proyecto de Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido (PRODESNOS), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) colaboró con el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) para apoyar a comunidades forestales de bajos recursos, iniciando en septiembre del 2006 y culminando en el 2013 en la población rural de bajos recursos de los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua y Coahuila organizando grupos de interés a quienes se les financió proyectos de aprovechamiento y uso de recursos naturales de las zonas áridas y semiáridas de estos estados, para lo cual CONAFOR recibió un préstamo por 26 millones de dólares de parte de FIDA, canalizando recursos en apoyo a proyectos de aprovechamiento de candelilla, lechuguilla, turismo de naturaleza, carpinterías, apoyo a viveros comunitarios y proyectos agroforestales, entre otros conceptos (CONAFOR, 2013).

También en aspecto de plantaciones forestales comerciales de candelilla se muestran los apoyos otorgados por parte de CONAFOR, así como la superficie a plantadas en el periodo del 2004 a 2013 (Cuadro 10) (CONAFOR, 2013)

Cuadro 10. Superficies de plantaciones forestales comerciales de candelilla (CONAFOR, 2013).

Año de establecimiento	Hectáreas
2004	50
2005	70
2006	812
2007	472
2008	3,025
2009	8,868
2010	3,041
2011	4,242
2012	9,820
2013	3,267

## 10.2 Comisión Nacional de Zonas Áridas

La comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) es un programa integral de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), cuyo objetivo es contribuir a reducir la inseguridad alimentaria prioritariamente de la población en pobreza extrema de zonas rurales marginadas y periurbanas. Este programa actúa como unidad responsable e instancia ejecutora para la administración, coordinación, y operación del Proyecto de Desarrollo de las Zonas Áridas (PRODEZA) el cual tiene como eje fundamental el mejoramiento del nivel de vida de los productores agropecuarios que habitan en localidades y municipios de alta marginación en regiones áridas y semiáridas del país, a través de apoyos como elaboración de proyectos de inversión, extensión e innovación productiva, ejecución de proyectos de inversión en: construcción, rehabilitación y ampliación y equipamiento e infraestructura rural. Cabe mencionar que en el año 2012, CONAZA ejerció un presupuesto extraordinario para mantener reactivación productiva en estados con sequía, donde adicionalmente a través de PRODEZA atendió casos específicos como el de aprovechamiento de la fibra de lechuguilla y la candelilla para la obtención de cera (CONAZA, 2014 y SAGARPA, 2014).

## 10.3 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) es una Institución de excelencia científica y tecnológica con liderazgo y reconocimiento nacional e internacional por su capacidad de respuesta a las demandas de conocimiento e innovaciones tecnológicas en beneficio agrícola, pecuario, forestal y de la sociedad en general a través de la generación de conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipo de productores, contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano. El INIFAP ha realizado investigaciones sobre la metodología para la evaluación y manejo de candelilla en



condiciones naturales, así como la elaboración de una tabla de producción para estimar biomasa de hierba de candelilla (INIFAP, 2013).

#### 10.4 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable así como vigilar y estimular, en coordinación con las autoridades Federales, Estatales y Municipales, el cumplimiento de las leyes, Normas Oficiales Mexicanas y programas relacionados con recursos naturales, medio ambiente, aguas, bosques, flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, y pesca; y demás materias competencia de la Secretaría, así como, en su caso, imponer las sanciones procedentes. Es importante señalar que esta instancia es encargada de regular el aprovechamiento de la candelilla (SEMARNAT, 2013).

#### 10.5 Comisión Nacional para el Uso y Cuidado de la Biodiversidad

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es una comisión intersecretarial, creada en 1992 con carácter de permanente, la cual fue concebida como una organización de investigación aplicada, promotora de investigación básica, que compila y genera información sobre biodiversidad, desarrolla capacidades humanas en el área de informática de la biodiversidad y es fuente pública de información y conocimiento accesible para toda la sociedad; dentro de sus principales funciones también está instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), para brindar datos, información y asesoría a diversos usuarios así como instrumentar las redes de información nacionales y mundiales sobre biodiversidad, dar cumplimiento a los compromisos internacionales en materia de biodiversidad adquiridos por México que se le asignen, y llevar a cabo acciones orientadas a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de México. Cabe mencionar que CONABIO en el

año 2008 participó en el taller nacional de conservación, uso y comercio de candelilla (CONABIO, 2012).

#### 10.6 Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con autonomía técnica y operativa y tiene la tarea principal incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y hacer cumplir las leyes en materia ambiental y tiene a su cargo Vigilar y evaluar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental, a la restauración de los recursos naturales, así como a la preservación y protección de los recursos forestales, de vida silvestre, quelonios, mamíferos marinos y especies acuáticas en riesgo, sus ecosistemas y recursos genéticos, la zona federal marítima terrestre, playas marítimas y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, las áreas naturales protegidas, así como en materia de impacto ambiental y ordenamiento ecológico de competencia federal, y establecer políticas y lineamientos administrativos para tal efecto. Se debe destacar que PROFEPA vigila el aprovechamiento de candelilla así como también tiene la facultad para aplicar sanciones en caso de ser necesario (PROFEPA, 2011).

#### 10.7 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), encargado de conservar el patrimonio natural de México mediante las Áreas Naturales Protegidas y otras modalidades de conservación, fomentando una cultura de la conservación y el desarrollo sustentable de las comunidades asentadas en su entorno; tiene como principales objetivos conservar los ecosistemas más representativos del país y su biodiversidad, con la participación corresponsable de todos los sectores y formular, promover, dirigir, gestionar y supervisar programas y proyectos en las Áreas Naturales Protegidas, en materia de

protección, manejo y restauración para la conservación. En este caso, el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas cuenta con un programa de vigilancia con las principales rutas en las que se ha detectado la mayor incidencia de ilícitos ya que en la comercialización en forma de cerote, de 9 comunidades que aprovechan este recurso solo tres cuentan con su debida autorización; Para esto el APFF Cuatro Ciénegas por medio de reuniones con las comunidades y dueños de los predios, realiza acciones de concientización y asesoramiento sobre los requisitos y seguimiento que se necesario para regularizar los diversos tipos de aprovechamientos (CONANP, 2011 y APFF Cuatro Ciénegas, 2014).

#### 10.8 Multiceras S.A de C.V.

Multiceras es una empresa mexicana que se dedica al diseño, manufactura y comercialización de ceras naturales, sintéticas, derivadas del petróleo y productos relacionados para usos industriales y aun siendo una empresa que nació para la exportación de ceras de abeja y de candelilla, actualmente maneja un portafolio integrado por más de 60 productos distintos, los cuales se comercializan en más de 20 sectores de mercado, los cuales son Candelilla real, Cera de Abeja, Cera de Carnauba, Candeuba, CartoWax, Ceras Sintéticas, Emulsiones, Ceras Micro cristalinas, Parafinas, Petrolatos, LUVUR, tanto en México como en el extranjero (Multiceras, 2014).

#### 10.9 Instituto de la Candelilla

El Instituto de la Candelilla es una organización que integra los esfuerzos de los sectores empresarial, académico y gubernamental, cuyos objetivos iniciales son realizar proyectos de desarrollo sustentable, incluyendo inventario, cultivo y distribución, que permitan asegurar la explotación racional y la conservación de la planta de Candelilla *Euphorbia antisiphilitica*, promover la implantación de programas de desarrollo social tangible, que contribuyan a mejorar el nivel de vida de los habitantes de la región candelillera en el desierto chihuahuense, promover una mayor utilización de los productos de la cera de candelilla, en los mercados nacional e internacional, a través de programas de mercadotecnia realizados por

expertos, desarrollar productos de alto valor agregado a partir de la cera de candelilla, con el soporte de programas de investigación y desarrollo que se orienten a satisfacer las necesidades del mercado (Instituto de la Candelilla, 2013).

#### 10.10 Otras instituciones

Existen algunas instituciones educativas como la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, así como el Centro de Investigación en Química Aplicada que se han involucrado en proyectos de investigación con respecto al aprovechamiento de la candelilla a través de la CONAFOR y el Instituto de la Candelilla principalmente.

Cuadro 11. Estudios para el aprovechamiento de candelilla

Temas revisados	Autores	Totales
-----------------	---------	---------

III. Caracterización de la zona candelillera	BANCOMEXT (1959); Villa (1981); De la Garza y Berlanga (1993); Flores (1995); Méndez (1999); Canales <i>et al</i> (2006); Instituto de la Candelilla ( 2008); Hernández ( 2013); Instituto de la Candelilla (2013).	9
IV. Descripción de la planta de candelilla	Zuccarini ( 1829); Maldonado (1979); Villa (1981); García (1988); Flores (1995); INEGI (2004); Cervantes (2005); CITES (2009); CONAFOR - SEMARNAT (s/f).	9
V. Aprovechamiento de la candelilla	Henry (1956); Maldonado (1979); Berlanga <i>et al</i> (1992); De la Garza <i>et al</i> ( 1992); De la Garza y Berlanga (1993); Flores (1995); Prodán <i>et al</i> (1997); NOM-018-SEMARNAT (2003); González y Sánchez (2004); Canales <i>et al</i> (2005); Ávila (2007); SEMARNAT- INIFAP (2007); CONACYT-CONAFOR (2010); Rojas <i>et al</i> (2010); Villa <i>et al</i> (2010); Villa- Castorena <i>et al</i> (2010), Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2012); LGDFS (2012); SEMARNAT (2012); CONAFOR (2013); RLGDFS (2014) Pulido (2014).	22
VI. Producción de cera de candelilla	De la Garza <i>et al</i> (1992); NOM-018-SEMARNAT (2003); Canales <i>et al</i> (2006); Ávila (2007); Ochoa-Reyes (2010); RLGDFS (2014).	6
VII. Usos y aplicaciones	Cervantes (2005); Cabello <i>et al</i> (2013)	2
VIII. Perspectivas del aprovechamiento de la cera	Cervantes (2005); Morales y Garay (2011); Rodríguez <i>et al</i> (2011); Aguilar (2012); CONAZA (2014).	5
IX. Comercialización de la candelilla	BANCOMEXT (1959); Campos y Chávez (1981); Méndez (1999); Ávila (2007); CONABIO	9

	(2010); MULTICERAS (2010); Camarena (2012); Ochoa (2012); Hernández (2013);	
X. Subsidios	CONAFOR (2009); CONANP (2011); PROFEPA (2011); CONABIO (2012); CONAFOR (2013); INIFAP (2013); SEMARNAT (2013); Instituto de la Candelilla (2013). APFF Cuatro Ciénegas (2014); MULTICERAS (2014); CONAZA (2014); SAGARPA (2014)	12

## XI CONCLUSIONES

Resulta fundamental conocer las existencias del recurso, lo cual ayuda a tomar decisiones para proponer un sistema de manejo integrado y sostenible, requiriéndose para ello la evaluación de las existencias de biomasa ya sea por el método de muestreo de punto central permitiendo una estimación rápida o el muestreo al azar estratificado que proporciona resultados más confiables.

Para otorgarse permisos de aprovechamiento, se tiene como requisito presentar un aviso y un estudio técnico justificativo como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Para la producción de la cera de candelilla se ha utilizado el método de cosecha tradicional que es arrancando toda totalmente la planta con la raíz, este método tiene la desventaja que no se regenera con facilidad; puede degradarse el suelo; otro método de menor impacto consiste en arrancar el 50% de la planta, para que en un tiempo considerable se recupere la planta y las poblaciones; de manera conjunta debe de considerarse la época de corte, que corresponde a los meses de octubre a junio para que pueda haber una mayor producción de cera.

El método más utilizado para la extracción de cera de candelilla es por medio de pailas en donde además de agua se agrega ácido sulfúrico siendo éste es corrosivo, afecta a la salud humana, afecta el suelo y al ambiente.

Se está investigando utilizar el ácido cítrico el cual resulta más conveniente porque se obtiene mayor producción de mejor cera y de calidad, además se disminuyen los impactos al medio ambiente y a la salud humana, aunque es más difícil de obtener.

Un método que se está probando de manera experimental es un método extractor de cera de candelilla, con el uso de ácido cítrico en equipos de acero inoxidable que extrae más cera en comparación con la utilización de las pailas, ya que es más factible. Sin embargo es necesaria la continuidad del proyecto para garantizar el éxito del mismo y adicionalmente apoyar estudios de mercado para poder ubicar el

nuevo producto y de esa manera darle un mayor valor en el mismo y poderlo comercializar.

Las condiciones en las que viven las familias en la zona candelillera como lo es la carencia de servicios básicos de energía eléctrica, agua potable; drenaje, servicio médico deficiente, además de que son comunidades aisladas y tienen poco contacto directo con las empresas; solo tienen la opción de vender a los intermediarios los cuales no pagan un precio justo por el producto.

Otra tendencia es reutilizar la hierba procesada ya que de manera experimental puede obtenerse un polímero de lignina dicho residuo podría ser utilizado como aditivo en el proceso para mejorar y reforzar las propiedades de algunos plásticos.

La comercialización de la cera de candelilla ha tenido aumentos en el valor de las importaciones de los principales países compradores de este producto y se prevea que mantengan la misma tenencia en la exportación de la cera. Las exportaciones se pueden mantener con los subsidios de Comisión Nacional Zonas Áridas Y Comisión Nacional Forestal principalmente pero también deben involucrarse a otras instituciones dedicadas a la investigación, para que aporten herramientas que apoyen un aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla.

El precio del kilogramo de cera de candelilla ha venido mejorando a través del paso de los años, sin embargo para que se vean mucho más favorecidos los productores es necesario mejorar el proceso de refinación para darle un valor agregado al producto.

## **XII LITERATURA CITADA**



- Aguilar, G. C. N. 2012. Estudio de factibilidad de la implementación del nuevo proceso de extracción de cera de candelilla a base de ácido cítrico y factores que influyen en su apropiación. Facultad de Ciencias Químicas y Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coahuila, México. 24 p.
- Anuario Forestal 2000-2012. Semarnat. [Consultado el 8 de noviembre 2014]. Disponible en: [http://web2.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/forestalsuelos/Anuarios/ANUARIO\\_2012.pdf](http://web2.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/forestalsuelos/Anuarios/ANUARIO_2012.pdf).
- APFF. 2014. Área de Protección de Flora y Fauna. [Consultado el 5 de noviembre 2014]. Disponible en: [http://cuatrocieneegas.conanp.gob.mx/que\\_hacemos.php](http://cuatrocieneegas.conanp.gob.mx/que_hacemos.php)
- Ávila, R. F. La Candelilla en el norte de Zacatecas. 2007. Tesis monográfica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67 p.
- BANCOMEX. 1959. Banco Nacional de Comercio Exterior. Mercados y productos: Cera de Candelilla. Departamento de estudios económicos. 4 p.
- Barbosa, M. L. G., H Ceja T., G. Suárez H. y C. V. Salinas M. 2011. Candelilla, de México para el mundo. ExpoCiencias Nacional. México, Distrito Federal. 6 p.
- Berlanga, R. C. A., M. García V. y L. A. González L. 1992. Técnicas para el establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla. SARH, INIFAP y Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental "La Saucedá" Saltillo, Coahuila. 8 p.
- Cabello, A. C. J., A. Sáenz G., L. Barajas B., C. Pérez B., C. Ávila O., J. A. Valdés G. 2013. Cera de Candelilla y sus aplicaciones. Avances en Química. 8: 105-110.
- Camarena, O. I. 2012. CITES en México y la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal 2012-2030. CITES-CONABIO. 47 p.

- Campos, L. E., y O. Chávez P. 1981. Candelilla, México. Centro de investigación de química aplicada. México, D.F. 102 p
- Canales, E., Canales V. y Zamarrón E. M. 2006. Candelilla, del desierto mexicano hacia el mundo. *Biodiversitas* 69: 15. 5 p.
- Canales, E. Canales V. y Zamarrón E. M. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos más allá de la madera. *In* Candelilla: gotas de cera del desierto mexicano alrededor del mundo López C., S. Chanfón y G. Segura (Eds.). México, D. F pp: 100-107.
- Cervantes, R. M. C. 2005. Plantas de importancia económica en la zonas áridas y semiáridas de México. *In*: Plantas productoras de cera. pp: 125-142.
- Cervantes, R. M. C. 2005. Plantas de importancia económica en la zonas áridas y semiáridas de México. Simposio. Encuentro de Geógrafos de América Latina – 20 a 26 de marzo de 2005. 20 p.
- Chávez, O. Pruneda. 1985. Candelilla: la Necesidad de un Cambio. Reunión Sobre Manejo y Utilización de las Plantas de Zonas Áridas. USDA Forest Service, Saltillo. México. pp. 73-77.
- CITES. 2009. Evaluación del estatus de *euphorbia antisiphilitica* en México dentro de los apéndices de la CITES. Decimoctava reunión del Comité de Flora Buenos Aires, Argentina realizado del 17-21 de marzo de 2009. 13 p.
- CONABIO. 2012. Comisión Nacional para el Uso y Cuidado de la Biodiversidad [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/index.html>.
- CONABIO. 2008. Comisión Nacional para el Uso y Cuidado de la Biodiversidad Conservación uso y comercio de la candelilla. Taller nacional. México D. F. 3 p.

CONABIO. 2008. Comisión Nacional para el Uso y Cuidado de la Biodiversidad. La candelilla en el marco de la CITES. Foro temático. SEMARNAT, CONAFOR, CONACYT e Instituto de la Candelilla. 28 p.

CONABIO. 2010. Comisión Nacional para el Uso y Cuidado de la Biodiversidad. (23, marzo, 2010), *Los productos con cera de candelilla podrán exportarse sin permiso cites*. [Libertad de prensa]. México, D. F.

CONACYT-CONAFOR. 2010. *Euphorbia antisyphilitica* Zucc., RFNM de importancia socioeconómica Foro temático. SEMARNAT, CONAFOR, CONACYT e Instituto de la Candelilla. 14 p.

CONACYT. 2005. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Proceso de extracción para la producción de cera de candelilla mediante la aplicación de nuevas tecnologías. 58 p.

CONAFOR. 2009. Comisión Nacional Forestal. Conservación, aprovechamiento y comercialización de Candelilla. Foro temático. Apoyos otorgados para: ETJ, plantaciones comerciales, equipamientos, reforestación. SEMARNAT, CONAFOR, CONACYT e Instituto de la Candelilla. 26 p.

CONAFOR-SEMARNAT. S/f. *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. Boletín informativo. 9 p.

CONAFOR. 2013. Diseños muestrales en Inventarios Forestales. Manual técnico. 29 p.

CONAFOR. "Ratifican FIDA y CONAFOR colaboración a favor de comunidades forestales". Zapopan (Jalisco). 21. feb. 2013.

CONANP. 2012. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: <http://www.conanp.gob.mx>.

CONAZA. 2014. Comisión Nacional de Zonas Áridas Programas de SAGARPA a cargo de CONAZA. 18 p.

CONAZA. 2014. Comisión Nacional de Zonas Áridas. [Fecha de consulta: 20 agosto 2014]. Disponible en: <http://www.conaza.gob.mx/conocenos/Paginas/Quienes-Somos.aspx.>}

De la Garza, de la P. F. E., C. A. Berlanga R. y F. J. Tovar. V. 1992 Guía para el establecimiento de plantaciones de candelilla. INIFAP Campo experimental "La Sauceda". Saltillo, Coahuila, México. 14 p.

De la Garza, de la P. F. E. y C. A. Berlanga R. 1993. Metodología para la evaluación y manejo de candelilla en condiciones naturales. INIFAP Campo experimental "La Sauceda". Saltillo, Coahuila, México. 46 p.

Flores, L. C. 1995. Viabilidad de semillas, emergencias de plántulas y plantaciones de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en Ramos Arizpe, Coah. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 114 p.

García, G. R. 1988. Respuesta Vegetativa de la Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) bajo diferentes sistemas de cosecha y poda estacional en la sierra la Pardita, Zacatecas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 121 p.

González, U. D. U. y F. de J. Sánchez. P. 2004. Propiedades estadísticas del muestreo por línea, intercepto y cuadros cargados en la estimación de la cobertura y densidad vegetal. UAAAN y Departamento de Estadística y Cálculo. Simposio llevado a cabo en octubre 2004. Torreón, Coahuila, México.

Henry, J. O. 1956. Ecología Vegetal. Ed. Aguilar Madrid. 142 p.

Hernández, G. R. 2013. Las posibilidades de industrialización de la candelilla en el desierto de Chihuahua. Tesis profesional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Nacional. Jiquilpan, Michoacán. 136 p.

Hernández, M. H. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Fondo de Cultura Económica, México. 188 p.

INEGI. 2004. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Aguascalientes, Aguascalientes. 8 p.

INIFAP.2013. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/default.aspx>.

Instituto de la Candelilla. 2013. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: <http://www.candelilla.org/?lang=es>.

Instituto de la Candelilla. 2008. Desarrollo Sustentable. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: [http://www.candelilla.org/?page\\_id=540&lang=es](http://www.candelilla.org/?page_id=540&lang=es).

Inventario Nacional Forestal y de Suelos. 2012. Manual y procedimientos para el muestreo de campo *Re-muestreo 2012*. CONAFOR- SEMARNAT. 143 p.

LGDFS. 2012. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. Diario Oficial de la Federación, 25 de febrero de 2003. Última reforma publicada el 4 de junio del 2012. Artículos 97, 98, 99 y 100. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>.

Maldonado, A., L. J. 1979. La investigación desarrollada sobre la cera de candelilla (*Euphorbia antysiphilitica* Zucc.). Ciencia Forestal.4: 3-10.

- Méndez, R. E. E. 1999. Proceso de extracción y comercialización de cera de candelilla en el Estado de Coahuila. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61 p.
- Molina, J. M. 1983. Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México. Simposium. Centro de Genética. Colegio de posgrado, Chapingo, México
- Morales, C. B. y A. Y. Garay. 2011. Composta de candelilla tendría beneficios sociales y comerciales. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas e Instituto de la Candelilla. 5 p.
- MULTICERAS. 2014. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: <http://www.multiceras.com/es>.
- MULTICERAS. 2010. Producción y comercialización. Foro temático de candelilla.. SEMÁRNAT, CONAFOR, CONACYT e Instituto de la Candelilla 13 p.
- Nolasco, S. H. 2009. Cultivos forrajeros alternativos para zonas áridas. Ciencia y tecnología e innovación para el desarrollo. 21: 1p.
- Ochoa-Reyes, E. S. Saucedo-Pompa, H. de la Garza, D. G. Martínez, R. Rodríguez y C. N. Aguilar-González. 2010. extracción tradicional de cera de *Euphorbia antysiphilitica*. Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. 2: 3 p.
- Ochoa, S. "Modernizarán producción de cera de candelilla en el estado". El Diario Chihuahua (Chihuahua).10. dic. 2012.
- Prodan, M, R. Peters., F. Cox y P. Real.1997. Mensura forestal. Instituto Interamericano para la Agricultura (IICA); Deutsche Grsellchaft for Technische Zusammenarbeit (UTC). San José, Costa Rica. 207 p.

PROFEPA. 2012. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1161/1/mx/acerca\\_de\\_profepa.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1161/1/mx/acerca_de_profepa.html).

Pulido, S. M. T. 2012. Evaluación de la candelilla (*Euphorbia antisiphylitica* zucc.) en los Ejidos de San Lorenzo y Reforma en la región de Cuatro Ciénegas de Coahuila. Instituto de la Candelilla. Folleto divulgativo. 1 p.

RLGDFS. 2014 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. Diario Oficial de la Federación, 21 de febrero del 2005. Última reforma publicada el 24 de febrero del 2014. Artículos del 53 al 61. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2014]. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGDFS.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS.pdf).

Rodríguez, H. M. G., C. V. Muñoz R., G. Oyoque S. y Ma. V. Angoa P. 2011. La importancia de la candelilla en México. [ Fecha de consulta: 27 agosto del 2014]. Disponible en: <http://www.teorema.com.mx/colaboraciones/la-importancia-de-la-candelilla-en-mexico/>.

Rojas M. R. S. Saucedo P., M. A. De León Z., D. Jasso C. y C. N. Aguilar. 2011. Pasado, presente y futuro de la candelilla. Revista Mexicana de Ciencias Forestales.2: 7-18.

Romhan de la V., C.F. 1984. Principales productos forestales no maderables de México. Publicación especial No.6. UACH. DCF. Chapingo, México. 561p.

Rzedowski, J. 1980. Vegetación de México, Primera edición, LIMUSA, México D. F.59 p.

Saucedo-Pompa S. 2007. Desarrollo de películas comestibles a partir de cera de candelilla y activos antioxidantes. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Saltillo, Coahuila. 99 p.

SEMARNAT.2013. [Consultado el 3 de octubre 2014]. Disponible en:  
<http://www.semarnat.gob.mx/conocenos/quienessomos>.

SEMARNAT- INIFAP. 2007. Manual que establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Árido y Semiárido. 110 p.

SEMARNAT. 2012. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana-005-SEMARNAT. Que establece los criterios para realizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables existentes en los ecosistemas forestales; bosques de clima templado frío, selvas y zonas áridas y semiáridas- Especificaciones técnicas. Diario Oficial de la Federación .30 de julio de 2012. pp:1-3. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2014] Disponible en:[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5261563&fecha=30/07/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5261563&fecha=30/07/2012).

SEMARNAT-RECNAT. 2003. Norma Oficial Mexicana-018-RECNAT. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible de hierba de candelilla, transporte y almacenamiento del cerote. Diario Oficial de la Federación .23 de abril de 2003. pp:1-9. [Fecha de consulta: 14 de agosto de 2014] .Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3332/1/nom-018-semarnat-1999.pdf>.

Villa-Castorena M., E. A., Catalán-Valencia., M. A. Inzunza-Ibarra, M. de L. González-López., J. G. Arreola- Ávila. 2010. Producción de plántulas de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.) mediante estacas. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.6:37-47.



Villa, C. Ma. M. E. A. Catalán V., M. A. Inzunza I. y A. Román L. 2010. Técnicas de producción de plantas de candelilla por semilla, estacas e hijuelos. Foro temático. Instituto de la Candelilla.17 p.

Villa, S. A. B. 1981. Investigación sobre candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en el área del CIFNE. Ciencia forestal. 6: 4-17.