Evaluación del estado de conservación y potencial de aprovechamiento sustentable de la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en zonas bajo aprovechamiento.

Marco Antonio Granillo Chapa

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Julio de 2017.

(Borrador)

Contenido.

	Página
1. Resumen.	4
2. Introducción.	5
3. Objetivos.	6
4. Metodología utilizada para obtener la información.	7
Unidades de muestreo.	7
Premuestreo.	8
Determinación del tamaño de muestra.	9
Muestreo.	10
Captura y análisis de la información.	11
5. Resultados.	13
6. Aspectos sociales.	35
El candelillero.	36
El acopiador.	36
El recolector.	37
El coyote.	37
El comprador y la empresa.	37
El técnico forestal.	38
Las autoridades.	39

Contenido.

	Página
7. Conclusiones sobre el estado de conservación de la hierba de candelilla en las áreas bajo aprovechamiento.	41
8. Recomendaciones para realizar el aprovechamiento responsable del recurso.	42
Recomendaciones para el aprovechamiento responsable de las poblaciones de candelilla.	42
Recomendaciones para el monitoreo de las poblaciones de candelilla.	43
Determinación del potencial de aprovechamiento de candelilla.	44
9. Anexos.	47
10. Fuentes consultadas.	48

1. Resumen.

En el periodo de noviembre de 2015 a julio de 2017, se realizó el muestreo de 56 predios en 10 municipios del estado de Coahuila para determinar el estado de las poblaciones de candelilla dentro de áreas bajo aprovechamiento. Se empleó un muestreo sistemático/aleatorio, que consistió en el levantamiento de 20 unidades de muestreo (U.M.) en cada predio, mismas que conformaron la premuestra que permitió estimar el tamaño de muestra representativo para cada predio. Se muestrearon un total de 3,859 U.M., equivalentes a 154.36 ha. Los resultados de estos muestreos indican que el volumen autorizado por la SEMARNAT para el aprovechamiento de candelilla para el periodo 2011 a 2020, fue mayor (184,801.61 toneladas) al volumen total estimado de hierba existente en los predios en cuestión (159,045.45 toneladas). Además, tomando en cuenta lo especificado en la NOM-018-SEMARNAT-1999 para el aprovechamiento de candelilla, se determinaron las *existencias aprovechables*, cuyo volumen correspondió a 144,675.94 toneladas de hierba, del cual se sustrajo el 20% para obtener la *capacidad de aprovechamiento*, teniendo como resultado un volumen de 115,740.75 toneladas de hierba de candelilla. Por tanto, se autorizó el aprovechamiento de 69,060.86 ton de hierba de candelilla de más, de acuerdo con la capacidad de aprovechamiento de la biomasa estimada.

Por otro lado, para facilitar la determinación del *potencial de aprovechamiento*, y con este inferir el estado de conservación que presentan las poblaciones de hierba de candelilla en un sitio en particular, se desarrolló un método sencillo basado en los valores obtenidos del muestreo en campo. Derivado del análisis de la información generada, se determinó que el estado de conservación de la hierba de candelilla en los predios muestreados es regular. Lo anterior, con base en que 9 de los 56 predios muestreados (16.07%) presentaron un estado de conservación bueno; 28 predios (50%) un estado de conservación regular y 19 predios (33.92%) un estado de conservación pobre. Lo anterior se determinó con el uso de la herramienta de potencial de aprovechamiento generada para tal efecto.

2. Introducción.

De entre los principales ecosistemas del mundo, los desiertos reciben la menor atención para la sostenibilidad global en proporción a su tamaño, su población y su importancia.

En general, existe un vacío de información sobre el estado en que se encuentran las poblaciones de recursos forestales no maderables del mundo, y aquellos provenientes de las zonas áridas no son la excepción; por lo que es necesaria una evaluación detallada de los que se aprovechan o que poseen potencial de aprovechamiento en diferentes áreas. Esta acción permitiría contar con información técnica y científica para establecer la línea base con la que se facilitaría la planificación del manejo de los recursos presentes en dichas áreas.

En los últimos años, el aprovechamiento de la candelilla ha aumentado gradualmente, por lo que la sobreexplotación de este recurso ha ocasionado la disminución de su densidad en aquellas áreas explotadas, como se ha observado en algunos lugares, dado que la planta se extrae con todo y raíz (Canales, E., V. Canales Martínez y E. M. Zamarrón. 2006).

Debido a que la cera extraída de la hierba de candelilla es una de las ceras naturales más preciadas por diferentes industrias, su aprovechamiento representa una importante fuente de ingresos para muchos habitantes de las zonas rurales del norte de México; incluso para algunos es el único medio de subsistencia, mientras que para otros representa un trabajo temporal que se combina con otras actividades (Canales, E., V. Canales Martínez y E. M. Zamarrón. 2006). Es por lo anterior que el desarrollo de estrategias de manejo tendientes a conservar el recurso en su ambiente natural es imperante.

Obedeciendo a tales planteamientos, se realizó la evaluación del estado de conservación y potencial de aprovechamiento sustentable de la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en zonas bajo aprovechamiento en el estado de Coahuila de Zaragoza, México; esto a fin de contar con información técnica relevante y reciente que permitiera establecer los criterios de extracción sin ocasionar el decremento de las poblaciones intervenidas. Lo que aseguraría que el recurso mantuviera su estructura y funcionalidad ecológica a largo plazo.

3. Objetivos.

Dado que la candelilla es uno de los recursos forestales no maderables más importantes del Desierto Chihuahuense por la cera que puede obtenerse de la planta, lo que la convierte en una fuente primordial de ingresos para los habitantes de las zonas rurales que en él habitan y, al mismo tiempo, en una especie sujeta a presión por el aprovechamiento de que es objeto; resulta relevante determinar si la especie se encuentra sobreexplotada, ya que en algunos lugares de extracción se ha observado la disminución en la densidad de plantas de la especie por unidad de superficie.

De lo anterior se deriva que el objetivo general del proyecto haya sido:

- ✓ Evaluar el estado actual de conservación y el potencial de aprovechamiento de las poblaciones de candelilla en áreas bajo aprovechamiento en el estado de Coahuila de Zaragoza, a fin de garantizar su supervivencia en el largo plazo y favorecer el cumplimiento efectivo de la CITES.

Los objetivos específicos o particulares fueron:

- ✓ Estimar la distribución, abundancia, estructura poblacional y biomasa aérea fresca de la candelilla, como un indicador de la cantidad de cerote que se puede aprovechar en un determinado sitio.
- ✓ Estimar el potencial de extracción sustentable de hierba de candelilla.
- ✓ Describir la dimensión social en torno al aprovechamiento de la candelilla.

4. Metodología utilizada para obtener la información.

Para obtener la información requerida a fin de poder inferir sobre el estado actual de conservación y el potencial de aprovechamiento que presentan las poblaciones de candelilla en diferentes predios con autorización de aprovechamiento por parte de la Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el estado de Coahuila (SEMARNAT), se realizó el muestreo sistemático de las áreas de extracción autorizadas de 55 predios con autorización, más 1 predio ubicado dentro de un Área Natural Protegida (ANP) administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

La información inherente al recurso se obtuvo a través de la medición directa de ejemplares de la especie en las áreas autorizadas por la SEMARNAT para ser aprovechadas por los candelilleros; mientras que la información relativa al aprovechamiento de la especie se consiguió mediante entrevista directa con los productores, cuando fue posible.

a - Unidades de muestreo.

La unidad o sitio de muestreo seleccionado (U.M.) correspondió a un círculo de 400 m^2. Se decidió por el empleo de U.M. circulares debido a que es más fácil reducir el sesgo en la toma de datos por el efecto de borde (como sucede al utilizar sitios cuadrados, que puede conducir a subestimar o sobreestimar las existencias) y por la simplicidad de su construcción en las zonas áridas. La superficie de la U.M. es lo bastante grande como para captar suficiente variación en las dimensiones de las plantas que se miden (a diferencia, por ejemplo, de los círculos de 100 m^2) y, a la vez, permite mantener definidos los límites de su circunferencia para no perder precisión (como puede ocurrir en los círculos de 1,000 m^2).

Para efectuar la medición de aquellas plantas dentro del círculo y evitar el conteo doble o la omisión de algún individuo, se utilizaron cuerdas marcadas a 11.28 m, longitud que corresponde el radio de un círculo de 400 m^2. Se anclaron en el centro de la U.M. y se extendieron para funcionar como líneas de apoyo. Cuando se hizo necesario, estas se compensaron por pendiente.

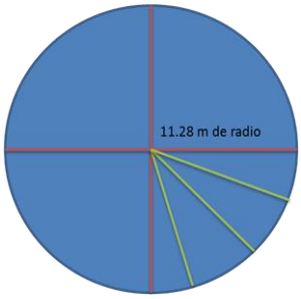


Figura 1. Representación de círculo de 400 m^2 dividido en cuadrantes y con cuerdas auxiliares para facilitar el trabajo de medición.

b - Premuestreo.

Tomando en cuenta que no existe una regla como tal para estimar un número de unidades de muestreo requeridas para realizar el premuestreo, y que el error relativo deseado (r) fue estimado previamente por la CONABIO, a partir de un remuestreo virtual de 3 predios de donde se obtuvieron 150 muestras aleatorias en conjuntos de 20 sitios para cada predio; resultando en un promedio del error al 95% de confiabilidad de 7.03 ± 4.71. Para el muestreo se pretendió utilizar el intervalo de confianza superior, el cual correspondía a 12% pero ese valor requería el levantamiento de una cantidad de U.M. muy elevada. Por tal razón se estableció que el error relativo deseado fuese del 20%.

El objetivo del premuestreo fue representar lo mejor posible el grado de variación del recurso presente en la superficie aprovechable de candelilla (SAC) y/o rodales en cada predio muestreado. Por tanto, las 20 unidades del premuestreo, se distribuyeron en la SAC y/o rodales utilizando un muestreo sistemático. Este método es recomendable para obtener una muestra representativa de cualquier muestreo (Krebs, 2014), ya que la selección sistemática de los sitios aumenta la posibilidad de cubrir todo el terreno a muestrear y obtener registros con valores extremos (muy bajos o muy altos) que realmente existen en el campo, y por tanto representar de mejor forma la variabilidad de los datos.

Con base en ello, sobre la superficie a muestrear se construyó una cuadrícula de 1 km por lado, siendo los vértices de cada intersección los posibles sitios a muestrear; con el uso de un sistema de información geográfica (SIG) se seleccionaron aquellos 20 puntos que conformarían la premuestra. Hecho lo anterior se procedió a cargar las coordenadas de dichos sitios en sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) para ubicar las U.M. en el terreno y medir la candelilla presente.

c - Determinación del tamaño de muestra.

Una vez levantada la información de la premuestra se procedió a capturar la información en una hoja de cálculo previamente diseñada para tal efecto, de ese modo fue posible calcular los valores estadísticos necesarios para determinar el tamaño de muestra.

La fórmula empleada para determinar el tamaño de muestra es la descrita por Krebs, (2014), ya que considera la proporción entre el promedio de biomasa de candelilla y su desviación estándar en cada predio, lo cual implica realizar un premuestreo en el mismo. Asimismo, la fórmula se utiliza cuando se realizan muestreos aleatorios o sistemáticos.

$$n = \left(\frac{(200 \times CV)}{r} \right)^2$$

Fórmula 1. Tamaño de muestra.

Donde:

n = Tamaño mínimo de la muestra.

CV = Coeficiente de variación (desviación estándar del premuestreo).

r = Error relativo deseado (ancho del intervalo de confianza presentado como porcentaje; para efectos de este trabajo el error relativo fue preestablecido en un valor constante de 20, ya que un valor menor habría resultado en el muestreo de un número muy elevado de U.M.).

Error relativo deseado (r).

De acuerdo con Krebs (2014), el error relativo debe establecerse antes de realizar el muestreo, la fórmula para calcularlo se muestra a continuación:

$$r = \frac{(200 \times CV)}{\sqrt{n}}$$

Fórmula 2. Determinación del error relativo deseado.

Dónde:

r = Error relativo deseado de la población con base en la media estimada (expresado en porcentaje).
CV = Coeficiente de variación del premuestreo.
n = Tamaño mínimo de la muestra.

Para casos en los que la población pueda considerarse finita por decir, predios con un número potencial de sitios menor a 10,000 U.M., Krebs (2014), propone un factor de corrección:

$$n' = \frac{N}{1 + (n / N)}$$

Fórmula 3. Factor de corrección para poblaciones finitas.

Dónde:

n' = tamaño mínimo de la muestra de una población finita.

n = tamaño mínimo de la muestra. (Se calcula previamente con la Fórmula 1).

N = total de unidades de muestreo posibles en el predio.

d - Muestreo.

Una vez realizado el premuestreo, y estimado el tamaño de muestra con la Fórmula 1, se procedió a completar el muestreo, levantando la información correspondiente a las U.M. (por ejemplo, si se levantaron 20 U.M. en el premuestreo y al emplear la Fórmula 1 se estimó un total de 100 U.M., entonces se procedió a muestrear las 80 U.M. faltantes para completar la muestra).

La distribución espacial de las U.M. complementarias se realizó determinando la distancia óptima entre estas; para ello se empleó la fórmula 4 (Duaber, E. 1995), Con la distancia óptima conocida, se construyó una malla de puntos equidistantes entre sí y se procedió a cargar las coordenadas de estos en los GPS para ubicar las U.M. faltantes en el terreno y completar la muestra.

$$d = \sqrt{\frac{A}{P}}$$

Fórmula 4. Cálculo de la distancia entre U.M.

Dónde:

d = Distancia entre U.M.
A = Área a muestrear (m^2).
P = Número de U.M. a muestrear.

e – Captura y análisis de la información.

Toma de datos en campo.

Los datos recabados en campo y las operaciones realizadas en gabinete se capturaron en una hoja de cálculo electrónica. En ella se presentan las fórmulas y funciones utilizadas para determinar las existencias del recurso. Para lo anterior se diseñaron formatos de campo que facilitaron la captura de la información. Estos se presentan en el apartado de Anexos, y corresponden a los Formatos 1 al 6.

Estimación de las existencias reales.

Para determinar las existencias reales de los predios muestreados se utilizó la ecuación de volumen de la planta presentada por Camacho, (1990); esta considera el diámetro mayor, diámetro menor y la altura media de cada planta medida dentro de la U.M.

$$V = \frac{(\pi\ (D \times d)\ h)}{4}$$

Fórmula 5. Volumen de la planta.

Dónde:
V = Volumen de la planta en cm^3.
π = Constante (3.141592).
D = Diámetro mayor de cobertura de la planta en cm.
d = Diámetro menor de cobertura de la planta en cm.
h = Altura media de la planta en cm.

Conocido el volumen de la planta se procedió a obtener la biomasa individual empleando la ecuación desarrollada por Camacho, O. M., (1990) y validada por De la Garza, F. y Berlanga, C., (1993).

$$X = 0.0002620\ (V)^{0.7736}$$

Fórmula 6. Estimación de la biomasa de la planta.

Dónde:
X = biomasa en kg.
V = Volumen de la biomasa en cm^3.

Una vez levantada la información de muestreo se procedió a realizar los cálculos en gabinete para determinar, entre otros datos:

Existencias reales (E.R.): Que corresponden al total de biomasa de candelilla existente en la superficie muestreada, expresado en kg.

Existencias aprovechables (E.A.): Que se obtienen de la substracción de la biomasa de aquellos individuos que no han alcanzado la madurez de cosecha (plantas que no reúnen un diámetro mayor de 25 cm y una altura mínima de 30 cm, como lo marca la NOM-018-SEMARNAT-1999) a las existencias reales.

Capacidad de aprovechamiento (C.A.): Que se obtiene al multiplicar las existencias aprovechables por el 80%. Esto corresponde a la etapa de madurez reproductiva que marca la NOM-018-SEMARNAT-1999, y se plantea como una estrategia para dejar en el terreno, sin intervenir, el 20% de la biomasa con posibilidades de producir semillas que permitan mantener la variabilidad genética, además de contar con individuos de todas las categorías distribuidos en el terreno.

Intensidad de recolección (I.R.): Valor porcentual de biomasa de candelilla que se recolectará como parte del aprovechamiento parcial del majuelo o de ciertos segmentos de la población en la etapa de madurez de cosecha.

Este valor debe ser establecido por el responsable técnico de acuerdo con los criterios de aprovechamiento que planteé en el estudio técnico, y se recomienda que no rebase el 90% de la capacidad de aprovechamiento. Para clarificar lo anterior se tiene que el 100% representa plantas completas; si se extrae el 90% significa que 10% de la planta quedará en campo. La razón de esto es que, en ningún predio visitado, fuera parte del proyecto o no (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017), siguen la recomendación de De la Garza, F. y Berlanga, C. (1993), de aprovechar el 50% del majuelo debido a que los candelilleros lo consideran impráctico ya que, de acuerdo con ellos, un candelillero tendría que recorrer el doble de terreno para poder obtener la carga que podría recolectar si extrae los majuelos completos (comunicación personal, José Luis Quiz Ramírez, 2016); por tal razón se plantea la extracción de una porción mayor del majuelo, con la intención de que una parte de éste (al menos el 10% de la planta) permanezca en el terreno y propicie la regeneración vegetativa.

Volumen de recolección (V.R.): Es el resultado de multiplicar la C.A. x la I.R., y corresponde a la biomasa de candelilla que podrá extraerse del área muestreada, sea esta para extraer cera o para ser usada en revegetaciones.

5. Resultados.

De un total de 66 predios, se llevó a cabo el muestreo en campo de 55 predios con autorización de aprovechamiento por parte de la SEMARNAT. La vigencia de las autorizaciones va de 2011 a 2020, como puede apreciarse en el cuadro 1; más 1 predio sin autorización de aprovechamiento ubicado dentro de un ANP; lo anterior para determinar el estado que guardan las poblaciones de candelilla en Coahuila. El trabajo de campo ejecutado correspondió al 84.84% de cobertura del de muestreo, mismo que se realizó durante el periodo comprendido de noviembre de 2015 a julio de 2017.

Año de expiración	2011	2012	2013	2014	2015	2017
2020					1	
2019					1	1
2018			2	5	4	
2017		4	1	8		
2016	8	4	14			
2015	1					
2014	1					

Año de autorización

Figura 2. Vigencia de la autorización emitida por la Delegación de la SEMARNAT en Coahuila de los predios muestreados. Los números representan la cantidad de autorizaciones emitidas para un año en particular.

Las razones por las que no se muestrearon 10 predios fueron las siguientes:

- No se pudo contactar a los dueños de los predios o beneficiarios del aprovechamiento por ninguna vía.
- El predio está deshabitado.

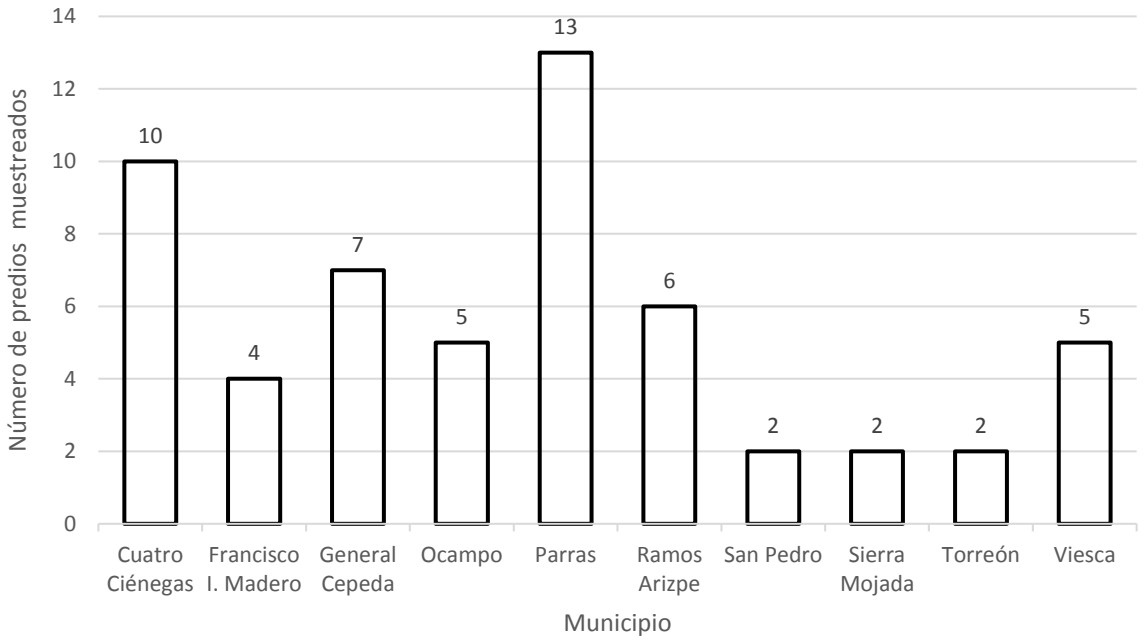


Figura 3. Número de predios muestreados por municipio.

Como puede observarse en la Figura 3, la mayor parte del muestreo tuvo lugar en dos municipios (Parras y Cuatro Ciénegas), no obstante, ello no es indicador de que en estos se desarrolle el grueso de la actividad candelillera. Gran parte de esta se realiza también en los municipios de Ocampo y Sierra Mojada, sin embargo, estas entidades carecen de infraestructura, como carreteras que faciliten el desplazamiento para poder dar servicios y trasladar productos.

Lo anterior es una de las principales razones de que en esos municipios no se cuente con un número mayor de autorizaciones de aprovechamiento de hierba de candelilla, pues derivado de ello los técnicos forestales no frecuentan esas entidades; en muchos ejidos las autoridades no se encuentran vigentes debido a vive poca gente, en números inferiores a los que marca la Ley Agraria para poder establecer un comisariado ejidal (que es de 12 ejidatarios con derechos vigentes), los visitadores de la Procuraduría Agraria (que es la autoridad que avala la representación legal de los ejidos) no está presente, y para que un ejido pueda solicitar algún subsidio o hacer algún trámite, es necesario que las autoridades ejidales estén vigentes. Para un técnico, apoyar a los ejidatarios para realizar este tipo de trámites, implica mucha inversión en tiempo y dinero. Aun así, y aunque vive poca gente en esos ejidos, tienen la necesidad de realizar actividades económicas para su subsistencia; y las principales actividades son: la minería, la ganadería y la extracción de candelilla. Por lo tanto, el que no cuenten con una autorización de aprovechamiento no es un motivo para

dejar de aprovechar y producir cera, aunque, evidentemente, se trate de un aprovechamiento ilegal.

Durante los trabajos de campo se muestrearon 154.36 ha, correspondientes al levantamiento de 3,859 unidades de muestreo de 400 m^2 cada una. En el Cuadro 1 se desglosa la superficie muestreada, así como el número de U.M. levantadas por municipio. En la Figura 4 se presenta la relación entre la superficie muestreada y las U.M. levantadas, y en la Figura 5 se muestra la relación entre la superficie autorizada por aprovechar, la superficie muestreada y las U.M. levantadas por municipio; de estas se puede deducir que la intensidad de muestreo del proyecto correspondió a 0.0953%.

Cuadro 1. Relación de U.M. muestreadas y de la superficie cubierta por municipio.

	Número de U.M. levantadas por municipio.	**Superficie muestreada por municipio (ha).**
Cuatro Ciénegas	581	23.24
Francisco I. Madero	305	12.20
General Cepeda	568	22.72
Ocampo	338	13.52
Parras	864	34.56
Ramos Arizpe	375	15.00
San Pedro	106	4.24
Sierra Mojada	196	7.84
Torreón	101	4.04
Viesca	425	17.00
Totales	**3,859**	**154.36**

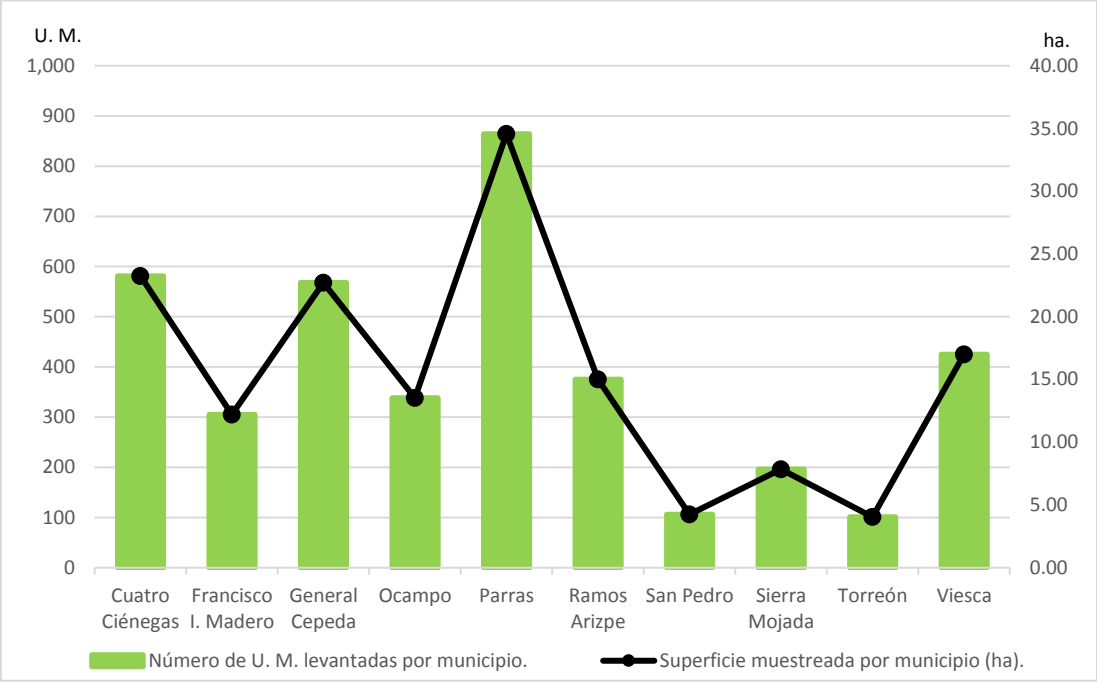


Figura 4. Relación de U.M. muestreadas y de la superficie cubierta por municipio.

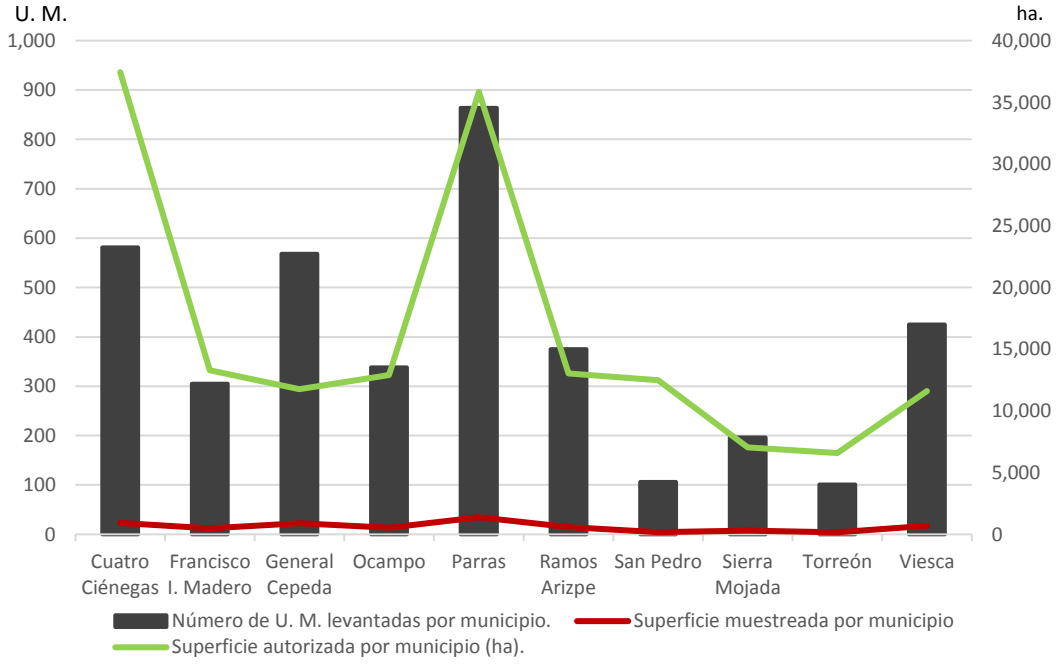


Figura 5. Relación de U.M. levantadas, de la superficie muestreada y de la superficie autorizada para el aprovechamiento de hierba de candelilla de los predios muestreados (Desagregada por municipio).

De los 56 predios muestreados, 51 correspondieron a propiedad ejidal y 5 a propiedad privada. Por superficie, se autorizaron 162,001.18 ha para realizar aprovechamiento de hierba de candelilla, en la Figura 6, puede observarse que 150,757.72 ha pertenecen a propiedad ejidal y las restantes 11,243.46 a propiedad privada. Lo anterior permite deducir que la actividad candelillera se realiza mayormente por habitantes de ejidos para procurarse una fuente de autoempleo e ingreso. Mientras que las pequeñas propiedades con autorización de aprovechamiento pertenecen a compradores de cera, quienes normalmente usan las remisiones forestales de sus predios para amparar la procedencia de cerote de terrenos que no cuentan con autorización. Durante los trabajos de campo se comprobó que sólo en dos de las cinco pequeñas propiedades muestreadas se extrae hierba de candelilla, las cuales cuentan con pailas para la extracción de cerote.

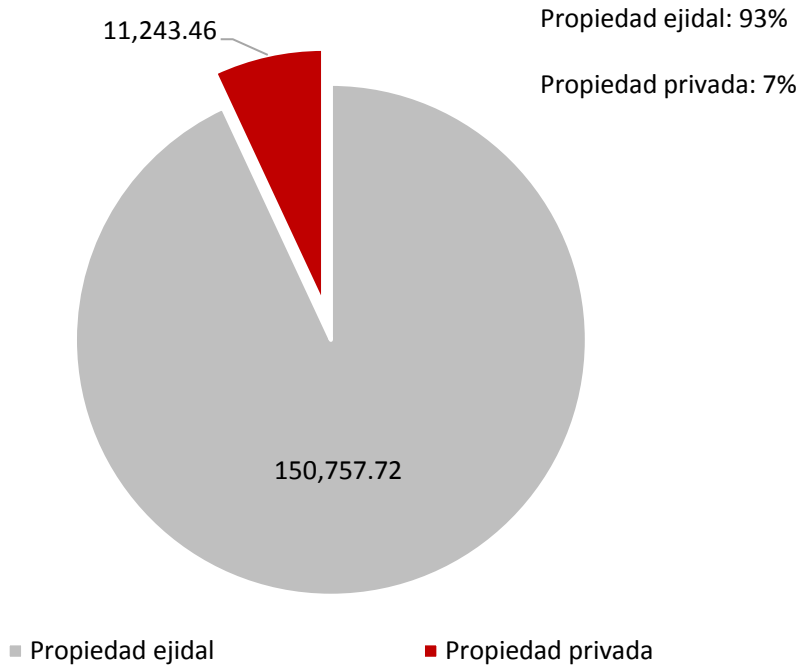


Figura 6. Superficie autorizada por la Delegación de la SEMARNAT en Coahuila (ha) entre 2011 y 2017. (Para los predios muestreados, desagregada por municipio y por tipo de propiedad).

Aunque los volúmenes autorizados guardan relación con las superficies autorizadas por municipio, como puede verse en las Figuras 7 y 8, durante los trabajos de campo se hizo evidente que las existencias reales de hierba de candelilla estimadas en esas mismas superficies autorizadas no mantuvieron una relación similar. Lo anterior se muestra gráficamente en la Figura 9, donde se aprecian las diferencias entre lo estimado y lo autorizado, lo que se traduce en que no existe una relación directa entre la superficie y la biomasa estimada, mismas diferencias que pueden ser atribuidas a varios factores, entre los que destacaron:

- Trabajo de muestreo deficiente por parte del prestador de servicios técnicos responsable de realizar el estudio técnico.
- Falta de verificación y validación de la información contenida en el estudio técnico por parte de la autoridad.
- Sobreexplotación de los recursos por parte de los beneficiarios de los aprovechamientos.

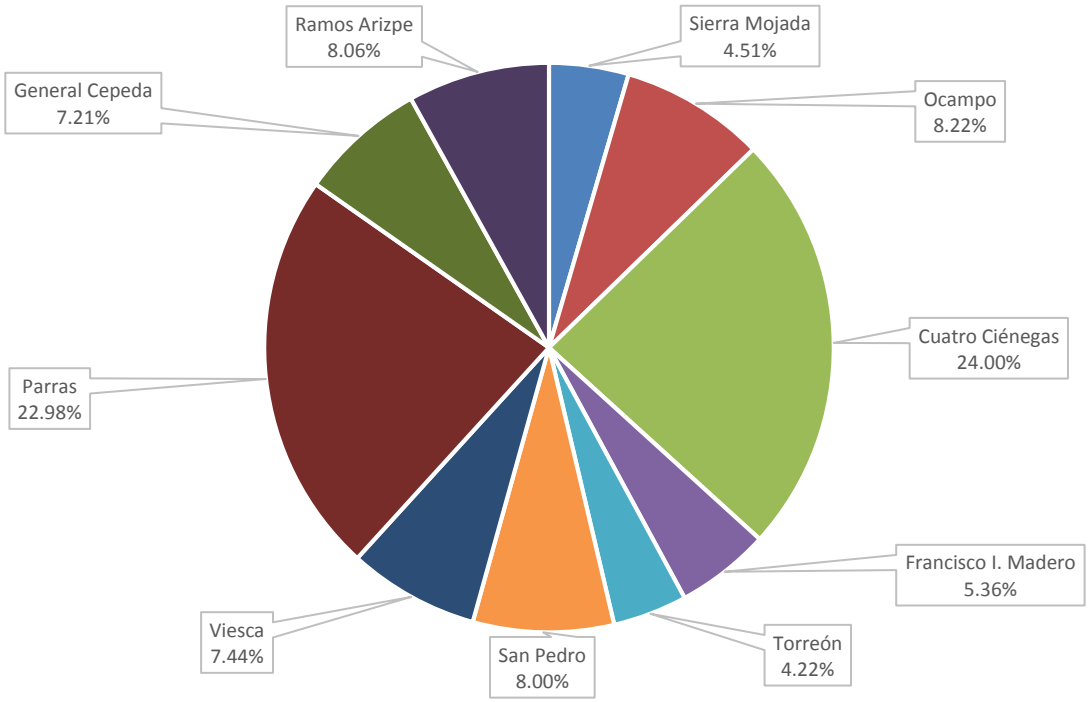


Figura 7. Superficie autorizada para la extracción de hierba de candelilla por la Delegación de la SEMARNAT en Coahuila para el periodo 2011 y 2020 (para los predios muestreados, desagregada por municipio).

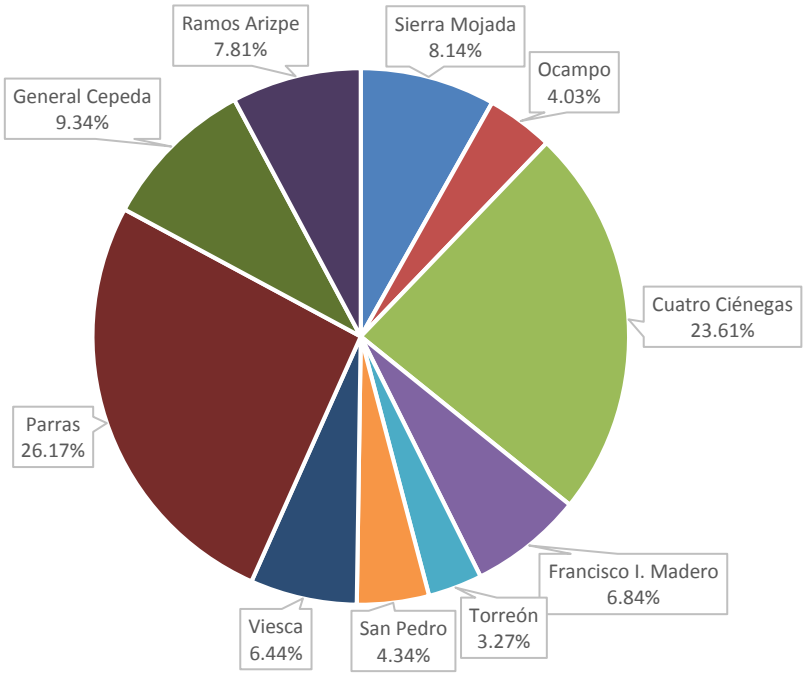


Figura 8. Volumen de hierba de candelilla autorizada por la Delegación de la SEMARNAT en Coahuila entre 2011 y 2017. (Para los predios muestreados, desagregado por municipio).

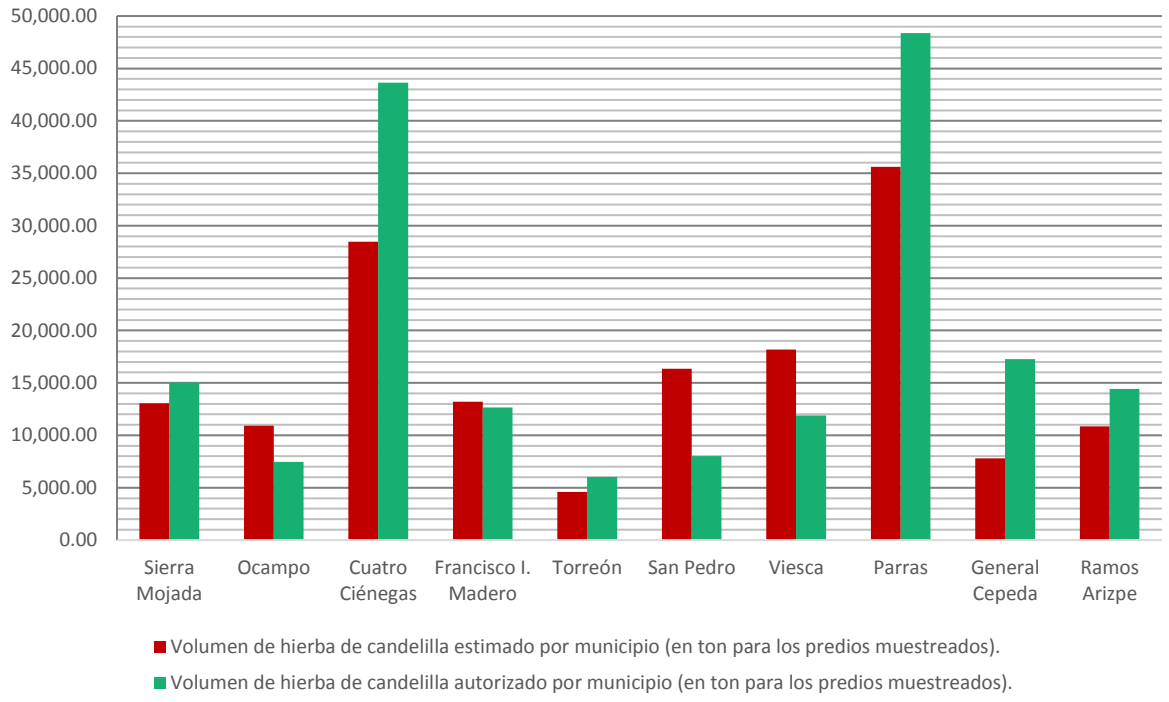


Figura 9. Comparativo entre los volúmenes de hierba autorizados por la Delegación de la SEMARNAT en Coahuila por municipio, y las existencias reales estimadas durante los trabajos de campo realizados entre 2015 y 2017.

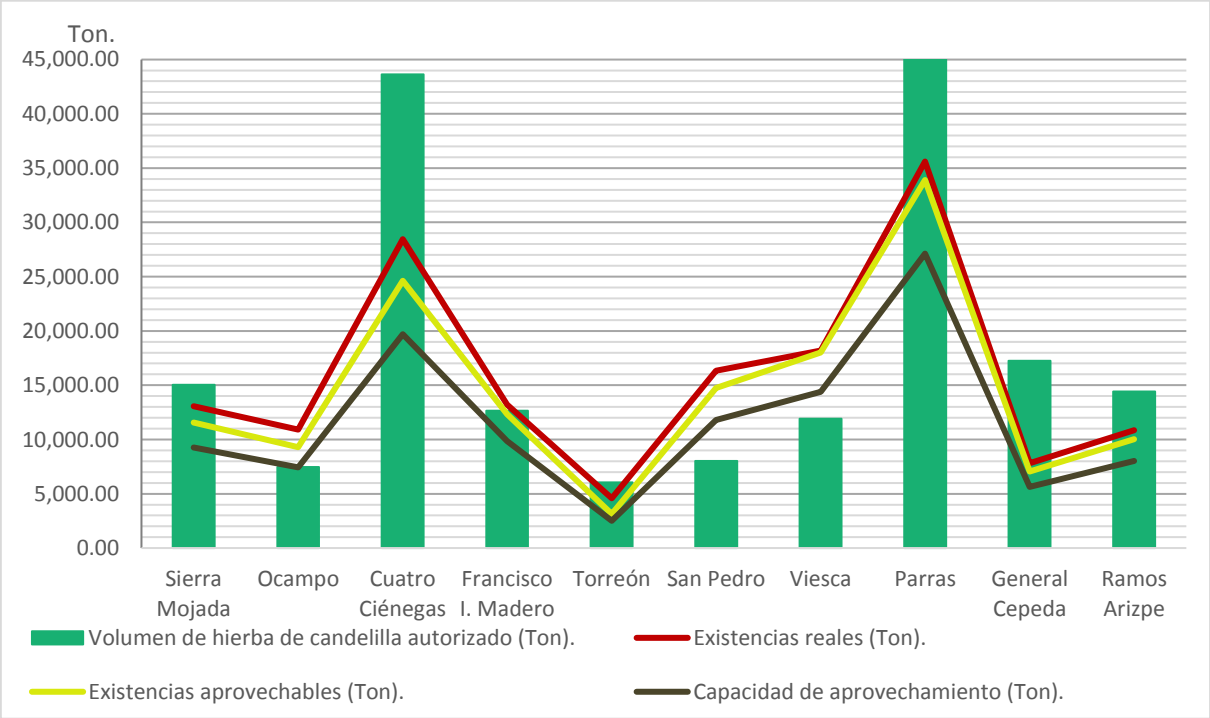


Figura 10. Comparativo entre los volúmenes de hierba autorizados, las existencias reales, las existencias aprovechables y la capacidad de aprovechamiento por municipio.

Cuadro 2. Comparativo entre los volúmenes de hierba autorizados, las existencias reales, las existencias aprovechables y la capacidad de aprovechamiento por municipio (2015 - 2017).

Municipio	Volumen de hierba de candelilla autorizado (ton).	Existencias reales estimadas (ton).	Existencias aprovechables (ton).	Capacidad de aprovechamiento (ton).
Sierra Mojada	15,049.66	13,052.22	11,573.16	9,258.53
Ocampo	7,453.97	10,917.23	9,293.13	7,434.50
Cuatro Ciénegas	43,636.68	28,458.17	24,616.93	19,693.54
Francisco I. Madero	12,646.84	13,209.62	12,330.36	9,864.29
Torreón	6,035.80	4,588.20	3,139.80	2,511.84
San Pedro	8,020.78	16,350.90	14,745.24	11,796.19
Viesca	11,903.71	18,193.87	18,004.64	14,403.71
Parras	48,365.55	35,606.19	33,903.54	27,122.83
General Cepeda	17,259.07	7,810.54	7,036.34	5,629.07
Ramos Arizpe	14,429.54	10,858.50	10,032.80	8,026.24
Totales	**184,801.61**	**159,045.45**	**144,675.94**	**115,740.75**

Como resultado del análisis de la Figura 10 y del Cuadro 2, se tiene que el volumen de hierba de candelilla autorizado es equivalente a 5,544.05 toneladas de cera (tomando un porcentaje de extracción de 3% de la hierba de candelilla procesada); las existencias reales estimadas representan un volumen de 4,771.36 toneladas de cera pero, si se considera que las existencias reales estimadas incluyen aquellas plantas que no cumplen con los criterios de altura y diámetro establecidos en la NOM-018-SEMARNAT-1999, al sustraer dicho volumen se tiene que las existencias aprovechables son equivalentes a 4,340.27 toneladas. La diferencia aumenta cuando se hace evidente que a las existencias aprovechables es necesario sustraerles el volumen correspondiente al 20% de la población en la etapa de madurez reproductiva que se señala en la NOM-018-SEMARNAT-1999, la operación arroja un volumen equivalente a 3,472.22 toneladas de cera; volumen que correspondería a la capacidad de aprovechamiento que efectivamente puede producirse respetando la NOM-018-SEMARNAT-1999.

Los volúmenes estimados en campo son claramente mayores al volumen de cera que compone las exportaciones realizadas en cualquiera de los años 2011 a 2016, como se muestra en la Figura 11. Es necesario resaltar que:

- Entre el volumen de hierba autorizado y las existencias reales estimadas durante los trabajos de campo, es claro que existió una sobre estimación del recurso en los respectivos estudios técnicos.
- Aunque el volumen que arroja la capacidad de aprovechamiento es superior al volumen exportado en cualquiera de los años del periodo 2011 a 2016, ¿cuál sería el sentido de autorizar volúmenes mayores a las exportaciones? Parece claro que la cantidad que se ha exportado anualmente, no ha sido revisada por la autoridad con antelación a la expedición de las autorizaciones para el periodo en mención, debido a que el mayor porcentaje de cera producida es exportada, se puede suponer que las remisiones procedentes de dichas autorizaciones han sido usadas para amparar lotes de cera comprados con anterioridad y sin remisión alguna, y que permanecen en las bodegas de las compañías cereras.

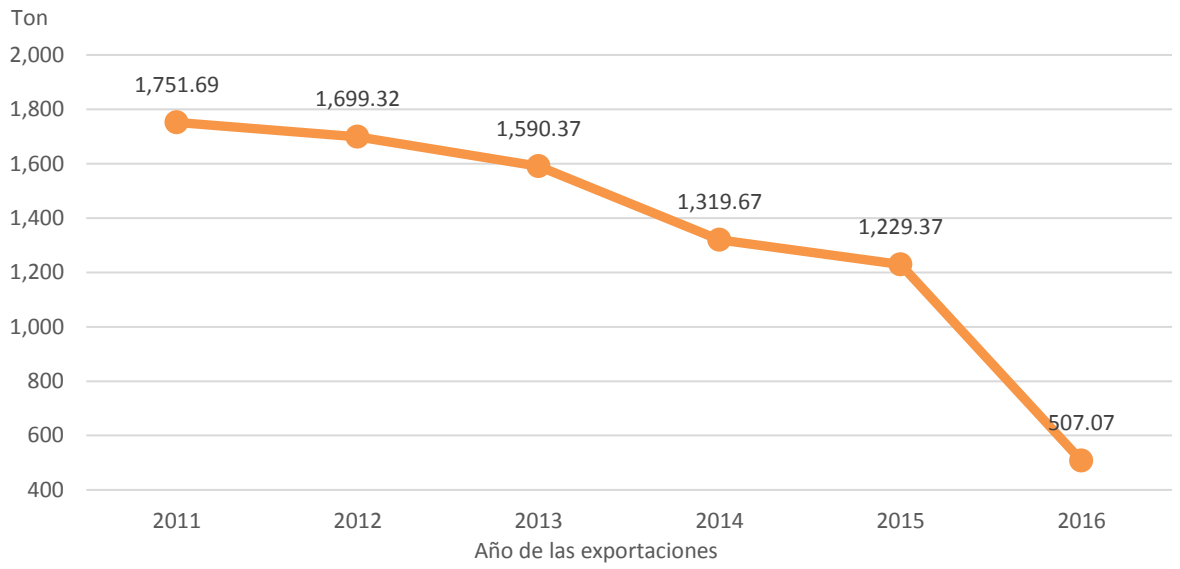


Figura 11. Exportación de México de cera de candelilla registrada por CITES para el periodo 2011 a 2016. Los datos para 2016 son parciales (CITES, 2017).

En la figura 12 se muestra el comparativo de los volúmenes autorizados, las existencias reales, las existencias aprovechables y la capacidad de aprovechamiento de cada uno de los predios muestreados como parte del proyecto. Para algunos predios los valores coinciden, lo que hace suponer que para esos sitios sí se efectuó trabajo de campo con cierta consistencia.

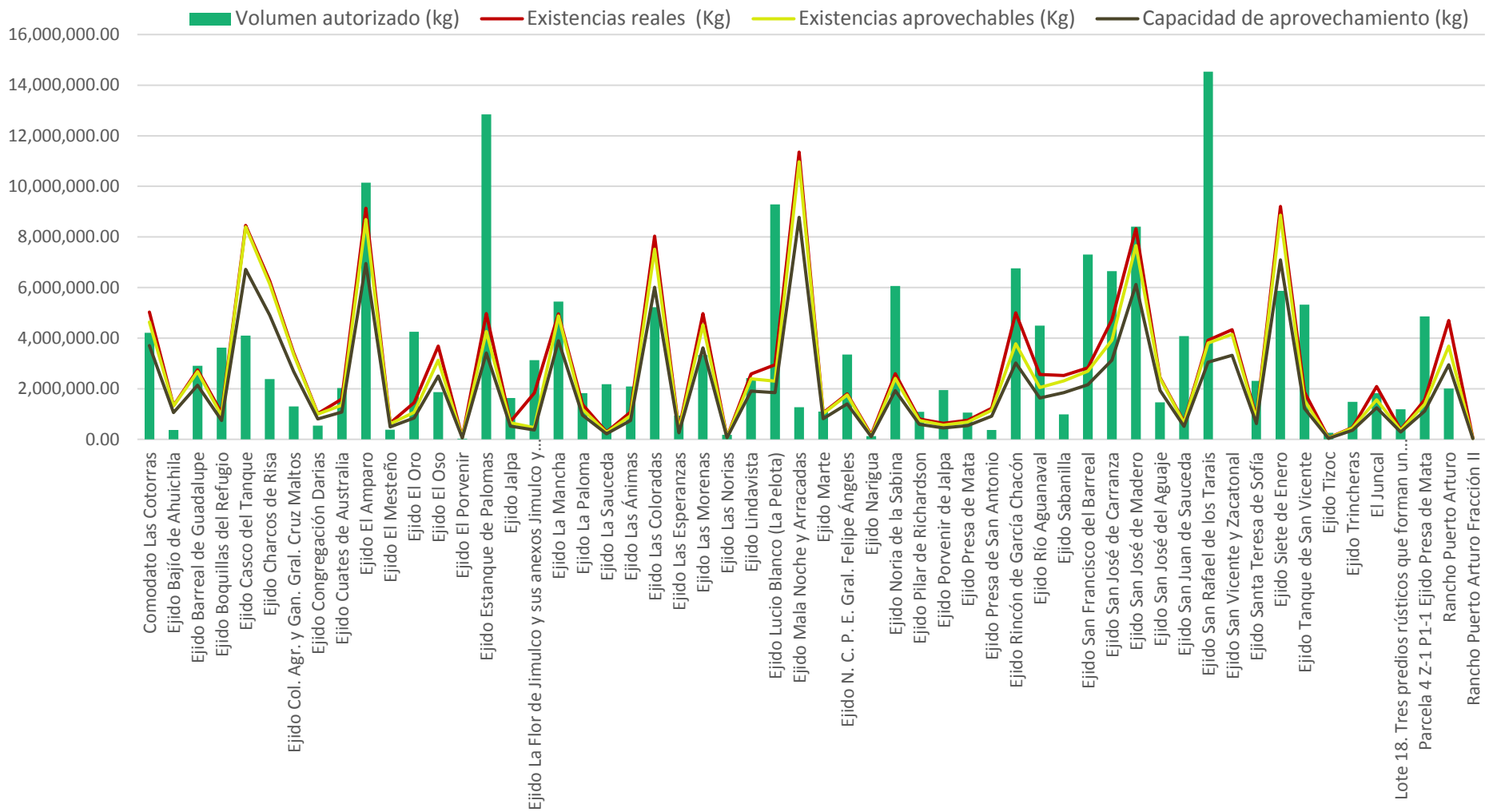


Figura 12. Comparativo entre los volúmenes de hierba autorizados, las existencias reales, las existencias aprovechables y la capacidad de aprovechamiento por predio muestreado.

Se ha observado que los candelilleros hacen una extracción destructiva de las plantas, acción que disminuye la variabilidad genética de las poblaciones, además de la disminución en el número de individuos que las componen. Para contrarrestar lo anterior, y aprovechando la capacidad de regeneración vegetativa de la especie, De la Garza, F., Berlanga, C. y Tovar, F. (1992), desarrollaron un método de colecta consistente en arrancar sólo la mitad de la planta con el fin de que la mitad remanente se regenere en un periodo de tiempo de 2 a 3 años, y permita realizar una cosecha constante de un mismo individuo. En la realidad, esta práctica no ha sido adoptada por los candelilleros, pudiendo verificarse en campo que siguen extrayendo la totalidad de las plantas (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

Dado que los candelilleros no han adoptado la metodología de aprovechamiento propuesta por De la Garza, F., Berlanga, C. y Tovar, F. (1992) para aprovechar sólo una porción de las plantas de candelilla por considerarla impráctica, se ha replanteado la misma con la idea de que extraigan un porcentaje mayor de estas, pero no la totalidad de los individuos, de manera que todas las veces quede una porción de la planta en el terreno. Dicho de otro modo, la idea es que los candelilleros extraigan una porción del volumen de la capacidad de aprovechamiento, lo que correspondería al volumen de recolección (ver sección de Recomendaciones).

En todos los predios visitados se pudo encontrar hierba de candelilla; si bien ello da una idea de que la especie se distribuye en las áreas bajo aprovechamiento, no es un indicador de que todos los predios con autorización de aprovechamiento posean el potencial para realizar la extracción sostenible de hierba, ya que sus poblaciones han sido afectadas a través del tiempo, no sólo por la extracción para producir cerote, sino también por el cambio de uso del suelo y actividades productivas sin un ordenamiento adecuado.

Una manera de determinar el potencial de aprovechamiento de un sitio en particular se presenta a continuación:

Una vez obtenida la información de campo se procede a calcular las existencias reales, las existencias aprovechables, la capacidad de aprovechamiento y el volumen de recolección. Esto consiste en la sustracción del volumen de aquellos individuos que no han alcanzado la madurez de cosecha de acuerdo con la legislación aplicable. Las existencias aprovechables estimadas deberán ser objeto de una reducción del 20%, tal y como lo especifica la NOM-018-SEMARNAT-1999, (SEMARNAP, 1999) para obtener lo que se denominará la capacidad de aprovechamiento. Esto es lo que marca la ley en cuanto al aprovechamiento de hierba de candelilla; pero, para reducir la presión sobre el recurso, y tratando de hacer un uso sostenible de este, debido a que la explotación de la candelilla es

destructiva, se debe aprovechar solo una parte de la planta o solo ciertos segmentos de la población comercialmente madura de acuerdo con la estructura poblacional obtenida del muestreo en campo; ese valor deberá ser establecido por los usuarios del recurso y el prestador de servicios técnicos, y se recomienda que no sea mayor al 90 % de la capacidad de aprovechamiento. Al volumen así obtenido se le denominará volumen de recolección.

El potencial de aprovechamiento podrá obtenerse, entonces, al dividir el volumen de recolección sobre las existencias reales, multiplicando el resultado por la densidad de individuos aprovechables. Todo ello guarda relación al volumen de biomasa que se puede aprovechar en forma sostenible y a la densidad de individuos aprovechables.

$$P.\ A. = \frac{V.\ R.}{E.\ R.} \times D.\ I.\ A.$$

Fórmula 7. Potencial de aprovechamiento.

Dónde:

P. A. = Potencial de aprovechamiento.
V. R. = Volumen de recolección (kg).
E. R. = Existencias reales (Kg).
D. I. A. = Densidad de individuos aprovechables (ind/ha).

Hipotéticamente, si se tienen existencias reales de 100 kg y que todas las plantas son comercialmente maduras, se tendrán existencias aprovechables de 100 kg; si a este valor se le sustrae el 20% que marca la NOM-018-SEMARNAT-1999, se tiene entonces que la capacidad de aprovechamiento corresponderá a 80 kg. De manera adicional, para mantener la variabilidad genética se recomienda que la intensidad de recolección no rebase el 90%, lo cual equivaldría a tener un volumen de recolección de 72 kg de hierba, o el 72% de 100 kg. Ese valor no podrá ser sobrepasado en ningún caso, pues se corre el riesgo de sobreexplotar el recurso.

Sí se analiza la relación entre la densidad de individuos aprovechables por hectárea y el cociente de la división del volumen de recolección sobre las existencias reales, se obtendrá el potencial de aprovechamiento, pues la extracción de hierba de candelilla está intrínsecamente ligada a los individuos aprovechables.

Siguiendo esta misma metodología se determinó el potencial de aprovechamiento para cada predio muestreado. Con los valores obtenidos se construyó una tabla que sirvió como

primera referencia para poder inferir el estado de conservación del recurso en esos lugares. Inicialmente, se establecieron tres categorías que van de 0 a 200 (potencial de aprovechamiento pobre) de 201 a 400 (potencial de aprovechamiento regular) y de 401 a 600 (potencial de aprovechamiento bueno). Los criterios que se siguieron para establecer estos tres segmentos de referencia obedecieron a la densidad de plantas aprovechables halladas en campo al momento del muestreo en los predios. Lo observado en campo se comparó con el cruce de información entre el muestreo del recurso y la información recopilada en las entrevistas a los candelilleros de los diferentes predios visitados. Esto es algo similar a lo que mencionan Yeasmin, S. y Rahman, K. F. (2012), sobre la triangulación de la información como una herramienta que permite profundizar en el conocimiento y ampliar la comprensión y entendimiento de algún aspecto en particular y no sólo de validar información técnica o científica.

De la información generada con este método se tiene que: de los 56 predios muestreados, 9 presentaron un buen estado de conservación del recurso, 28 arrojaron un estado de conservación regular y 19 se determinaron como pobres. Véanse las figuras 12 y 13 para lograr mayor comprensión.

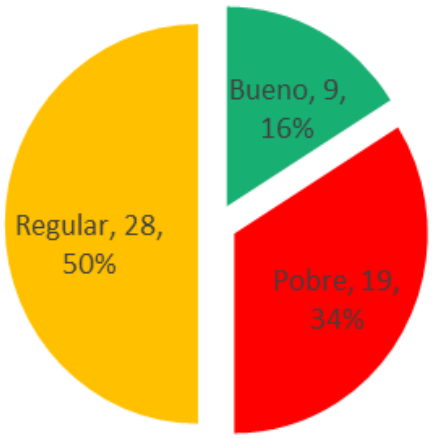


Figura 13. Número de predios desagregados por estado de conservación del recurso. (Determinado con base en el potencial de aprovechamiento).

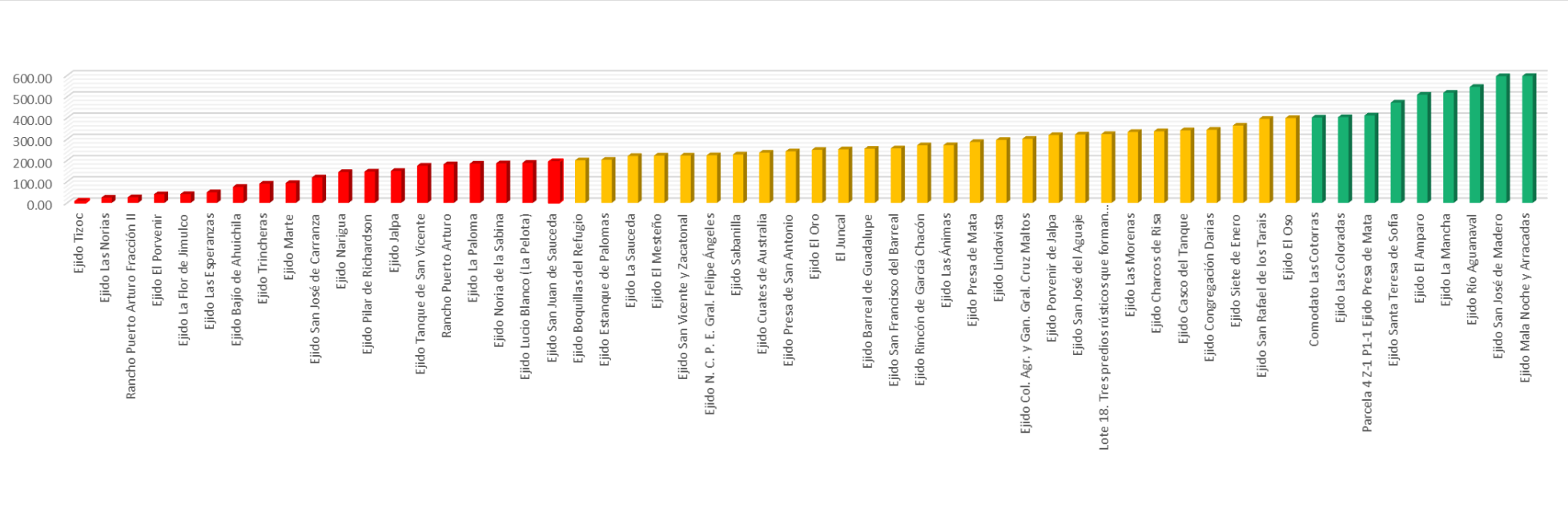
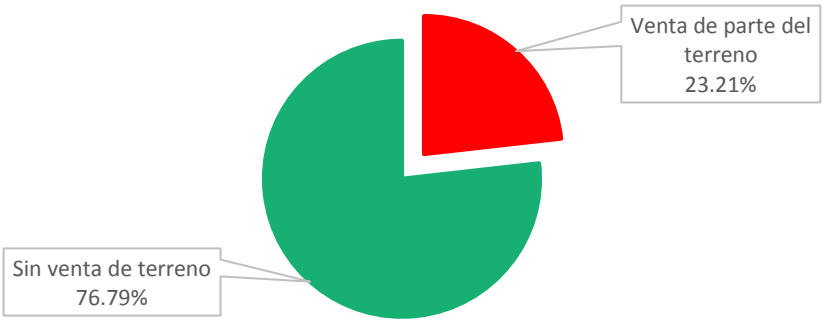


Figura 14. Potencial de aprovechamiento determinado para cada predio muestreado.

De los 56 predios visitados se detectó que, en 13 casos, cifra que correspondió al 23.21% de los predios muestreados (Figura 15, Cuadro 3), parte de los terrenos fue vendida a terceros con anterioridad a la elaboración del estudio técnico; aun así, la SEMARNAT no fue notificada de esas situaciones, tampoco se hicieron los ajustes correspondientes a la superficie y hierba a aprovechar, sobre todo porque algunas áreas de extracción quedaron dentro de las superficies vendidas.

Como consecuencia de lo anterior, los beneficiarios, en la mayoría de los casos, se quedaron sin acceso a las áreas vendidas ni al volumen de hierba autorizado, por lo que realizaron las actividades de aprovechamiento en áreas diferentes a las autorizadas.

Figura 15. Comparativo de predios que realizaron venta de parte de su superficie con anterioridad a la obtención de la autorización de aprovechamiento de hierba de candelilla.



Cuadro 3. Predios en los que se detectó venta de parte de su superficie con anterioridad a la obtención de la autorización de aprovechamiento de hierba de candelilla.

Municipio	Predio muestreado
Cuatro Ciénegas	Ejido Estanque de Palomas
Cuatro Ciénegas	Ejido Lucio Blanco (La Pelota)
Francisco I. Madero	Ejido Río Aguanaval
General Cepeda	Ejido Marte
General Cepeda	Ejido Tanque de San Vicente
Ocampo	Ejido El Oro
Parras	Ejido El Amparo
Parras	Ejido El Porvenir
Parras	Ejido Siete de Enero
Parras	Ejido Tizoc
Ramos Arizpe	Ejido Las Coloradas
Sierra Mojada	Ejido San José de Carranza
Sierra Mojada	Ejido San José de Madero

En la Figura 16 y el Cuadro 4, se observa el porcentaje, y los predios que tenían conocimiento sobre la existencia de una autorización de aprovechamiento. De los 56 predios muestreados, en 14 de ellos los habitantes manifestaron no tener conocimiento de que contaban con autorización de aprovechamiento de hierba de candelilla, ello representó el 25% de los predios muestreados; lo anterior hace suponer que el aviso de aprovechamiento se realizó sin tomar en cuenta las necesidades de los beneficiarios, sino que se realizó con el fin de obtener superficie o volumen de aprovechamiento y remisiones forestales. Por otra parte, el 73.21% de los predios sí tenían conocimiento de que contaban con una autorización de aprovechamiento. El 1.79% sólo se refiere al ejido San Vicente y Zacatonal, municipio de Ocampo, ubicado en la circunscripción del Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo, mismo que no cuenta con autorización de aprovechamiento de hierba de candelilla.

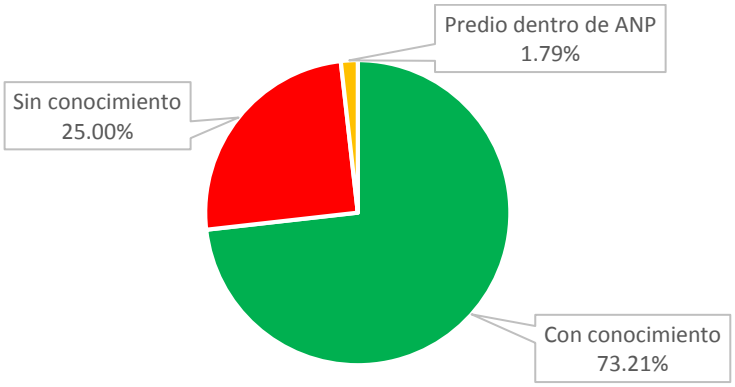


Figura 16. Comparativo de predios en donde los beneficiarios tenían conocimiento de que contaban con autorización de aprovechamiento de hierba de candelilla.

Cuadro 4. Predios en donde los beneficiarios manifestaron no tener conocimiento de que contaban con autorización de aprovechamiento de hierba de candelilla.

Municipio	Predio muestreado
Cuatro Ciénegas	Comodato Las Cotorras
Cuatro Ciénegas	Ejido Presa de Mata
Cuatro Ciénegas	Ejido Santa Teresa de Sofía
Cuatro Ciénegas	Parcela 4 Z-1 P1-1 Ejido Presa de Mata
Francisco I. Madero	Ejido Río Aguanaval
General Cepeda	Ejido Porvenir de Jalpa
General Cepeda	Ejido Tanque de San Vicente
Parras	Ejido Presa de San Antonio
Parras	Ejido Tizoc
Ramos Arizpe	Ejido Las Esperanzas
Ramos Arizpe	Ejido Las Norias
Viesca	Ejido Congregación Darias
Viesca	Ejido La Mancha
Viesca	Ejido San José del Aguaje

Más allá del trabajo de muestreo del recurso, se hace necesario resaltar un aspecto importante, y es el de que en 16 predios (28.57%) de los 56 muestreados (Figura 17 y Cuadro 5), los habitantes no se dedican a la actividad candelillera, fuera porque no poseen el recurso suficiente, porque no les atrae, porque no saben hacerlo, porque no cuentan con el equipo de extracción o porque el predio no está habitado. Por lo anterior se considera que el aviso de aprovechamiento se realizó sin tomar en cuenta las necesidades de los beneficiarios, con el único fin de obtener una autorización de aprovechamiento.

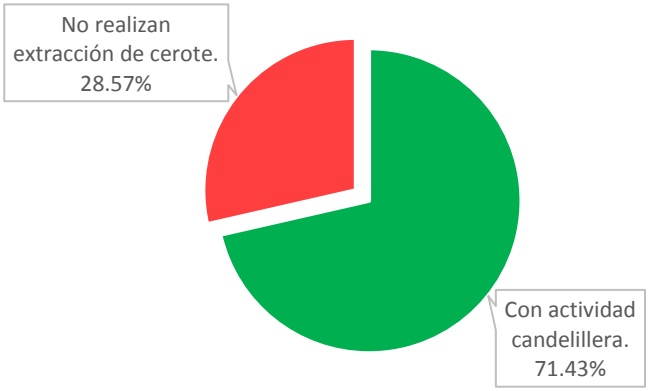


Figura 17. Comparativo de predios con y sin actividad candelillera.

Cuadro 5. Predios en donde no se realiza actividad candelillera.

Municipio	Predio muestreado
Cuatro Ciénegas	Ejido Presa de Mata
Cuatro Ciénegas	Parcela 4 Z-1 P1-1 Ejido Presa de Mata
Francisco I. Madero	Ejido N. C. P. E. Gral. Felipe Ángeles
General Cepeda	Ejido Marte
General Cepeda	Ejido Narigua
General Cepeda	Ejido Porvenir de Jalpa
Ocampo	Rancho Puerto Arturo
Ocampo	Rancho Puerto Arturo Fracción II
Parras	Ejido El Mesteño
Parras	Ejido El Porvenir
Parras	Ejido Presa de San Antonio
Ramos Arizpe	Ejido Las Esperanzas
Ramos Arizpe	Ejido Las Norias
Torreón	Ejido La Flor de Jimulco y sus anexos Jimulco y La Trinidad
Viesca	Ejido Casco del Tanque
Viesca	Ejido Congregación Darias

Del total de predios, se muestrearon 4 predios que no están habitados (7.69% del total de predios muestreados), como se muestra en la Figura 18 y en el Cuadro 6. Al contactar a los dueños o beneficiarios para obtener el permiso para ingresar a la propiedad, manifestaron que no realizan la extracción de hierba de candelilla, ni siquiera para procesarla en otro lugar, aunque dos dueños aseguraron tener conocimiento de que contaban con autorización de aprovechamiento y que en algún momento habían tramitado remisiones forestales. Ello hace suponer que el estudio técnico fue elaborado con el único fin de obtener la autorización de aprovechamiento.

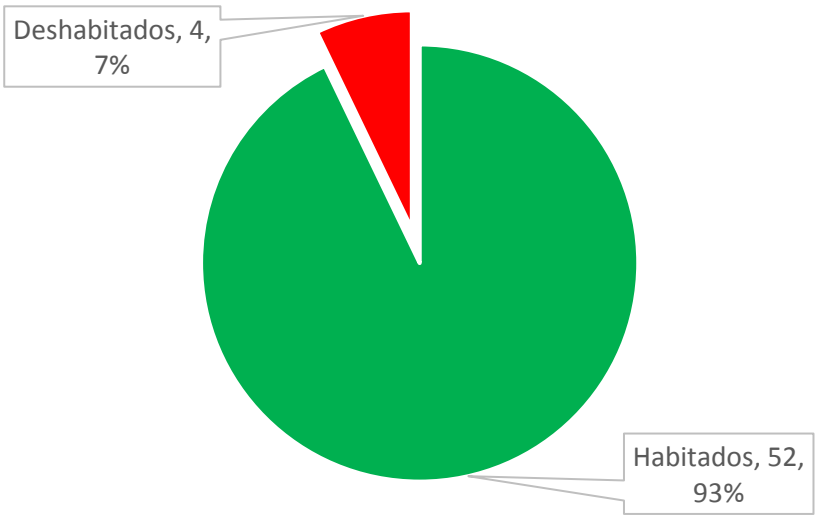


Figura 18. Comparativo de predios habitados y deshabitados visitados durante los trabajos de muestreo de candelilla.

Cuadro 6. Predios deshabitados que pudieron ser muestreados.

Municipio	Predio muestreado
Cuatro Ciénegas	Ejido Presa de Mata
Cuatro Ciénegas	Parcela 4 Z-1 P1-1 Ejido Presa de Mata
Ocampo	Rancho Puerto Arturo
Viesca	Ejido Casco del Tanque

El número de candelilleros regulares es inferior a lo que mencionan CONABIO (2008) para el desierto chihuahuense y Canales, E. y colaboradores (2006). Para los predios muestreados, el número de productores de cera fue de 516, con 189 pailas funcionales contabilizadas y georreferenciadas, véase la Figura 19. La relación equivale a 3.37 pailas por predio y a 2.73 candelilleros por paila; ese valor es semejante a lo que se observó en campo, 3 candelilleros que comparten una paila para extraer cerote de candelilla (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017), extrapolando esas cifras se tendría que, en el estado de Coahuila, existen aproximadamente 875 pailas funcionales distribuidas en los diferentes predios candelilleros (contabilizando predios con y sin autorización de aprovechamiento, que son alrededor de 260), lo que arrojaría una cifra semejante a 2,400 candelilleros regulares.

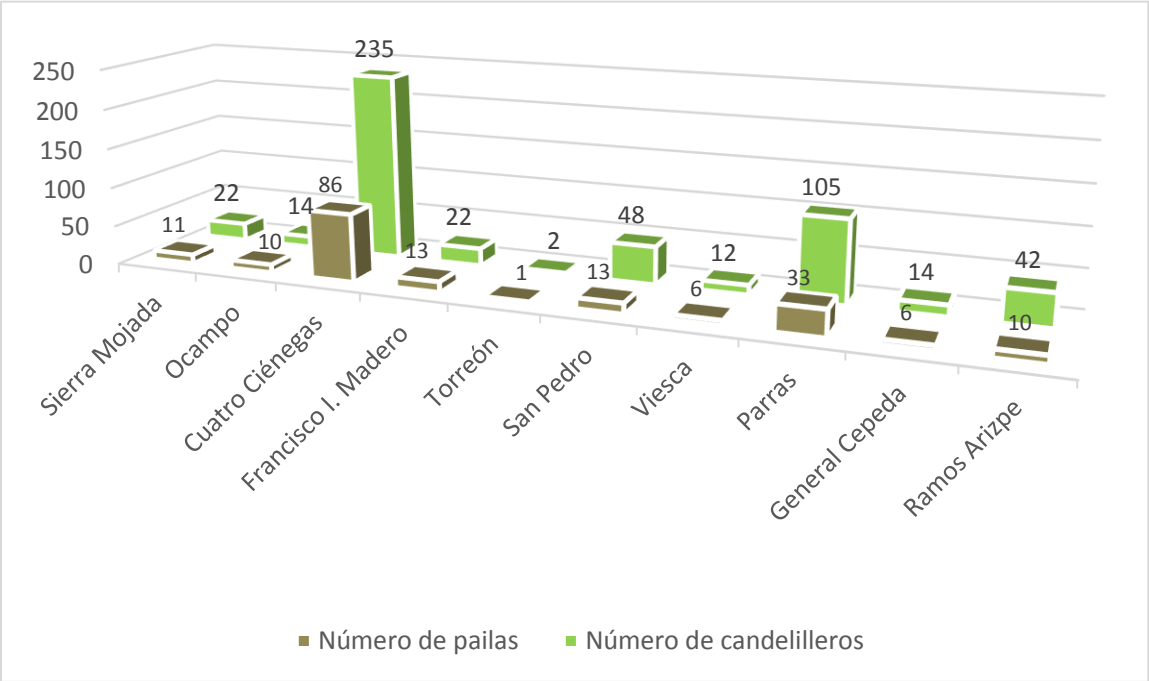


Figura 19. Comparativo entre el número de candelilleros contabilizados y el número de pailas georreferenciadas en los predios muestreados durante los trabajos de campo realizados.

6. Aspectos sociales.

A fin de incluir la dimensión social en la evaluación del estado de conservación de la candelilla, se combinaron distintos métodos cuantitativos y cualitativos (Arias, L. M. 2009); (Yeasmin, S. y Rahman, K. F. (2012). Se aplicaron entrevistas a habitantes de los diferentes predios visitados, con énfasis en los candelilleros, de quienes se obtuvo información relevante sobre el aprovechamiento del recurso. Lo anterior permitió poner en contexto el rol de los candelilleros sobre el estado de conservación actual del recurso. Ya que, para lograr un manejo efectivo de los ecosistemas y del recurso, es necesario reconocer la interacción que todos los factores y acciones en tres dimensiones. La dimensión institucional, que incluye leyes, normas, reglamentos, programas, las instituciones mismas, sus presupuestos y sus funcionarios con capacidades para ejercer autoridad; la dimensión ecológica, que incluye la comprensión de las relaciones entre los factores bióticos, abióticos, el hábitat y su manejo y, la dimensión social y económica, que incluye las condiciones y calidad de vida de los candelilleros, y la dinámica económica en torno al aprovechamiento y comercialización de la candelilla, similar a lo que describe Grumbine, (1994).

A través del tiempo, los seres humanos hemos aprendido a sobrevivir en casi todos los lugares de la tierra; la interacción humana con el medio ambiente ha ocasionado cambios en el entorno; algunos cambios han sido “buenos” y algunos otros “malos”. Muchas veces los cambios negativos causados por los seres humanos han sido el resultado de excesos del uso o abuso de los recursos naturales.

La situación en la actividad candelillera no es ajena a estos cambios; pudiendo constatarse en campo, a través de la observación y la entrevista con los productores de cera del desierto Chihuahuense, que el ecosistema ha sufrido un cambio a través del tiempo. Si bien, la magnitud de ese cambio no ha sido exhaustivamente documentada, sí está presente en la memoria de los habitantes de esta región.

En el desierto Chihuahuense, los habitantes de las zonas rurales carecen de los servicios y oportunidades a los que tienen acceso quienes habitan en áreas urbanas. Para los primeros, las redes de seguridad económica yacen en la ganadería extensiva, la minería, la producción de bienes forestales no maderables y la agricultura de temporal. A menudo, la producción de bienes, como la cera de candelilla, conlleva un grado considerable de impacto ambiental sobre el medio natural.

Los principales actores locales de la cadena de valor que forman la red de aprovechamiento de hierba de candelilla son:

A. El candelillero: Contrario a la información circulante, las organizaciones de productores de cera de candelilla en Coahuila solo existen en el papel. Cada candelillero vende su producto individualmente a un comprador. Como lo menciona Woda, C. (2016), la relación entre productor y comprador se caracteriza por un alto nivel de "paternalismo", informalidad y desinformación.

En la actualidad los candelilleros muestran poca iniciativa para mejorar las condiciones de trabajo por su cuenta, esperando soluciones de terceros. El "paternalismo" actual observado en las diversas comunidades visitadas durante los trabajos de campo relacionadas a este trabajo, puede ser una tendencia difícil de cambiar.

Para generar ingresos, los candelilleros dependen de los compradores en lo que al suministro de materiales de trabajo para la extracción de cera respecta. Los compradores proporcionan el equipo básico como la paila, el cortador o el ácido para el proceso de extracción (sea este sulfúrico o cítrico). Los costos de estos materiales pertenecen claramente a la etapa de procesamiento primario, pero no están cubiertos en el precio pagado a los candelilleros por la cera producida, puesto que es inversión del comprador, es como un sistema de "leasing". El comprador les da lo más costoso para que produzcan, pero al cabo de un tiempo el recupera lo que invirtió en esos materiales. No se los da gratis a los candelilleros; en otras palabras, si se reduce la dependencia de los productores con los compradores, se tendría que pagar un precio más alto a los candelilleros para que pudieran conseguir sus propios materiales y equipo necesarios en la extracción de cera de candelilla (Woda, C. 2016). Algunas dependencias como CONAFOR o CONAZA otorgan subsidios a los candelilleros para que puedan adquirir su propio equipo, con la idea de que puedan acceder a precios más justos, pero durante la visita de campo realizada en marzo de 2017, se observó que ese subsidio ha resultado en una disminución de los costos de producción para los compradores, sin beneficio alguno para los candelilleros, ya que el precio pagado por kg de cera fue el mismo que si hubieran recibido los utensilios por parte del comprador (comunicación personal, Ignacio Ávila López, Ejido Lucio Blanco, Cuatro Ciénegas, Coahuila).

B. El acopiador: Como parte de la logística de las empresas compradoras de cera de candelilla, existen los acopiadores en diferentes ejidos y centros de población. Estos son habitantes de la comunidad y su objetivo es comprar y almacenar la cera a cambio de una comisión por parte de la empresa, por lo general es de $1.00 / kg de cera

acopiado, hasta el momento que el recolector pasa por el cerote para llevarlo a los centros de refinación. Esto les permite a las empresas obtener un ahorro en tiempo de entrega y traslado del producto. En los sitios visitados donde existen acopiadores, por lo general estos manejan alguna tienda comunitaria como fuente de ingreso alterno; situación que les da la oportunidad de otorgar crédito a los productores de cera que les entregan su producto a cambio, en algunas ocasiones, de víveres (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

C. **El recolector:** Las empresas refinadoras tienen una red de recolectores de cera establecida en la zona candelillera del desierto Chihuahuense. Estos llevan materiales y equipo a los candelilleros y trasladan la cera a los centros de refinación. En las últimas fechas, el riesgo de asaltos y violencia hacia los recolectores se ha intensificado, ya que la cera puede ser revendida sin mayor problema a otros compradores (situación que pudiera paliarse con un método de trazabilidad transparente), además de las cantidades de dinero en efectivo que transportan para pagar por el producto recolectado (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

D. **El coyote:** La actividad candelillera está marcada por un cierto grado de especulación "coyotaje" que enajena la actividad. Los "coyotes" no invierten en infraestructura, sólo compran la cera directamente de los candelilleros, la mayoría de las veces sin remisiones y a un precio más bajo, pues es la manera en que generan sus ganancias, afectando directamente al productor que, con la necesidad de ingreso, vende la cera a menor precio. Una variante del coyotaje es el trueque que se da entre los comerciantes ambulantes que llevan diferentes productos a las comunidades rurales y los productores de cera, si bien, en esta relación se da un intercambio de bienes, esta es más ventajosa para los comerciantes foráneos (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

E. **El comprador y la empresa.** Actualmente se tiene conocimiento de 5 compradores establecidos en Coahuila (Ixcan, Ceras Coahuiltecas, Ceras Naturales del Norte, Ceras Universales y Producción de Cera), 1 en Durango (Cera Real) y 1 en Nuevo León (Multiceras). Todos ellos invierten en materiales y equipo que entregan a los candelilleros con la idea de comprar la cera que estos produzcan. En este punto lo ideal sería que toda la cera de candelilla que estas empresas compran fuera adquirida de predios con autorización de aprovechamiento, pero la realidad es diferente, pudiendo detectarse en campo un tráfico de cera producida ilegalmente y de remisiones forestales compradas a beneficiarios y técnicos forestales para poder amparar la

procedencia de la cera ilegal (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

A la fecha se tiene evidencia de que las empresas Multiceras y Ceras Coahuiltecas han optado por invertir en la elaboración de sus propios estudios técnicos para reducir la compra de remisiones forestales. Lo cuestionable de esta estrategia es la calidad del contenido de los estudios técnicos, que son elaborados con una tendencia a sobreestimar el recurso a fin de obtener un mayor volumen de aprovechamiento de hierba de candelilla, volumen que se refleja en las remisiones forestales que quedarán en poder de la empresa y que les permitirá amparar producto procedente de predios sin autorización de aprovechamiento del recurso. Otro aspecto no del todo transparente en esta práctica, es el contrato que las empresas establecen con los beneficiarios del aprovechamiento; siendo estos, normalmente, desventajosos para los candelilleros. Un ejemplo de ello se documentó durante la visita de campo realizada en marzo de 2017 al ejido Rincón de García Chacón, municipio de San Pedro, Coahuila; donde aún y contando con autorización de aprovechamiento vigente (la autorización expiraba en julio de 2017), la compra estaba siendo racionada por la empresa Multiceras a 20 kg de cera mensual por candelillero, la queja de los productores fue que si el ejido contaba con autorización, remisiones y un contrato de exclusividad firmado con Multiceras, lo justo era que la empresa adquiriera la totalidad de la cera producida en el ejido y no solo una parte. Aun con este escenario, el ejido firmó un nuevo contrato de exclusividad con Multiceras para que personal de la empresa elaborara el nuevo estudio técnico, con conocimiento de que las remisiones forestales que se generen no serán manejadas por el ejido. Lo anterior limita a los candelilleros a vender a Multiceras, ya que las demás empresas difícilmente se acercarán al ejido a comprar cera de candelilla que no podrá ser amparada con documentación legal alguna, aún y cuando cuenten con autorización de aprovechamiento por parte de la SEMARNAT (comunicación personal, Rodolfo Coronado Medrano, 2017).

F. El técnico forestal. Como es sabido, para realizar estudios técnicos para el aprovechamiento de candelilla, el responsable técnico debe contar con Registro Forestal Nacional. El prestador de servicios técnicos debe fungir como un asesor que guíe al beneficiario en el manejo de sus recursos naturales, y no sólo como un gestor de los recursos económicos o de las autorizaciones de aprovechamiento que otorgan las instituciones y autoridades. Debe brindar capacitación y asistir al beneficiario en el manejo de la documentación legal relacionada con sus recursos naturales.

En la práctica, como pudo ser evidenciado en campo, la mayoría de las veces, los beneficiarios no cuentan con los documentos necesarios que avalen la autorización de

aprovechamiento de los recursos naturales expedida por la SEMARNAT. Los técnicos forestales sólo avisan de palabra que cuentan con tal o cual permiso, y no en todos los casos ayudan al beneficiario a obtener las remisiones forestales necesarias para amparar la legalidad del recurso aprovechado (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

Ante tales inconsistencias se hace evidente que la autoridad debe actuar en consecuencia para evitar abusos derivados de malas prácticas profesionales por parte de los prestadores de servicios técnicos; lo que beneficiaría de manera indirecta el estado de conservación de los recursos forestales bajo manejo.

G. **Las autoridades:** El papel de las autoridades para que el aprovechamiento de candelilla se realice en buenos términos es fundamental. Este inicia en el momento que un aviso de aprovechamiento es ingresado a la SEMARNAT para solicitar su autorización. Si la solicitud cumple con los requisitos establecidos, la autorización de aprovechamiento es emitida.

Una de las razones del presente estudio fue que la mayoría de los estudios técnicos autorizados por la SEMARNAT entre 2011 y 2017 contenían deficiencias de índole técnico que no fueron verificadas por la SEMARNAT en su momento; dichos estudios no eran consistentes en cuanto a la información sobre las existencias del recurso que debió haber sido recolectada en campo por los técnicos forestales. Además, como lo menciona Woda, C. (2016), los estudios técnicos deben incluir las secuelas de cálculo que permitan inferir sobre volúmenes de cosecha sostenible, así como las medidas que deben llevarse a cabo para lograr la permanencia del recurso en su medio natural (construcción de viveros, actividades de reforestación, protección contra incendios forestales, por citar algunos).

Un aspecto importante, que no debe pasarse por alto, es que la CONAFOR puede otorgar recursos económicos a los candelilleros que requieran contar con autorización de aprovechamiento. Normalmente el técnico forestal es el gestor de los trámites para conseguir el subsidio con la esperanza de ser él mismo quien elabore el estudio técnico. El pago por estos estudios es equivalente a la superficie autorizada para aprovechar. Esto ha llevado a la práctica de sobreestimar el área bajo gestión para obtener pagos mayores (Woda, C. 2016) (observaciones en campo, Marco Antonio Granillo Chapa, 2017).

Es cierto que la PROFEPA debe vigilar que se cumpla lo especificado en el estudio técnico, que el beneficiario es responsable de cumplir lo contenido en la autorización de aprovechamiento expedida por la SEMARNAT, y que el técnico o técnicos que firman el estudio son responsables de la información contenida en este y corresponsables del

aprovechamiento. Sin embargo, la PROFEPA no cuenta con recursos económicos, materiales y humanos suficientes para realizar su tarea en forma eficiente. Los inspectores de recursos naturales constantemente mencionan la falta de presupuesto de la Procuraduría. Esta percepción es un obstáculo importante que, inclusive, fomenta la desmoralización del personal (comunicación personal, Lauro Alonso Ferriño Garza, 2016).

Aunado a lo anterior, existe una legislación compleja y desarticulada que dificulta la aplicación de la ley, existiendo casos en los que, por ley, se restringe el ingreso a los inspectores de recursos naturales a las propiedades que deben verificar, a menos que cuenten con permiso expreso del o los propietarios, so pena de cometer allanamiento de propiedad privada.

7. Conclusiones sobre el estado de conservación de la hierba de candelilla en las áreas bajo aprovechamiento.

De los trabajos de campo y del análisis de la información recolectada durante estos, se concluye que el estado de conservación de la hierba de candelilla en la mayoría de los predios muestreados que contaban con autorización de aprovechamiento por parte de la Delegación de la SEMARNAT en Coahuila con vigencia entre 2011 y 2020, es regular. Ello basado en que 9 de los 56 predios muestreados (16.07%) presentaron un estado de conservación bueno; 28 predios (50%) un estado de conservación regular y 19 predios (33.92%) un estado de conservación pobre. Lo anterior se determinó con el uso de la herramienta de potencial de aprovechamiento desarrollada para tal efecto.

Con el empleo del potencial de aprovechamiento se puede inferir sobre el estado de conservación de una población de candelilla en particular, se encuentre bajo aprovechamiento o no.

8. Recomendaciones para realizar el aprovechamiento responsable del recurso.

a. Recomendaciones para el aprovechamiento responsable de las poblaciones de candelilla.

Al planear un aprovechamiento de recursos naturales, una de las primeras tareas que debe llevar a cabo el responsable técnico, es verificar la viabilidad del mismo, considerando aspectos sociales (número de personas involucradas en el aprovechamiento), económicos (costos inherentes a la autorización de aprovechamiento, derrama económica derivada del aprovechamiento), ecológicos (potencial de aprovechamiento de la especie que se pretende explotar, así como su estado de conservación a través del tiempo).

Desde el punto de vista ecológico, la herramienta para determinar potencial de aprovechamiento desarrollada en el presente estudio es un indicador confiable que permite al técnico saber si vale la pena la inversión de tiempo y trabajo intervenir una población de candelilla a fin de satisfacer las necesidades de ingreso de los habitantes de un determinado sitio; por lo que se recomienda su uso para tal fin.

Es importante que los responsables técnicos capaciten a los candelilleros para que no aprovechen la totalidad de las plantas de candelilla, a fin de que dejen en el terreno una porción (cuando menos un 10% de cada planta) de estas con la intención de promover la regeneración vegetativa de los individuos intervenidos y de no perder variabilidad genética del recurso.

Derivado de la NOM-018-SEMARNAT-1999, se tiene que una planta se considera aprovechable si su altura es igual o mayor a 30 cm y el diámetro mayor superior a 25 cm, pero en ningún momento se hace referencia a su diámetro menor, situación que presenta al majuelo en un plano bidimensional. Con la idea de poner en contexto la importancia que representa el diámetro menor en la determinación de la madurez de cosecha de un individuo se tiene que, utilizando la ecuación de volumen desarrollada por Camacho, O. M. (1990) y validada por De la Garza, F. y Berlanga, C. 1993, una planta con una altura de 30 cm, un diámetro mayor de 25 cm y un diámetro menor de 25 cm producirá 13 gr de cera, del mismo modo que una planta de 30 cm de altura, 75 cm de diámetro mayor y 9 cm de diámetro menor producirá ese mismo volumen de cera. La diferencia estriba en que al considerarse el diámetro menor en el cálculo de las existencias aprovechables, se incrementaría el volumen de hierba que permanecería en el terreno por no cumplir con el

criterio de madurez de cosecha. Por lo anterior se recomienda se incluya el diámetro menor en la determinación de las existencias aprovechables, al mismo tiempo que se considere una revisión y posible actualización a la NOM-018-SEMARNAT-1999.

Se debe promover por todos los medios la rotación ordenada de áreas de aprovechamiento, para que el recurso tenga el suficiente tiempo para regenerarse. La recolección desordenada y selectiva es detrimental para cualquier recurso natural.

b. Recomendaciones para el monitoreo de las poblaciones de candelilla.

Se resalta la necesidad de extender el alcance de la evaluación del recurso a aquellas zonas sin aprovechamiento aparente, considerando la dinámica de la relación entre los usuarios y los recursos naturales. Ello con la idea de ubicar las áreas de aprovechamiento actual, las zonas potenciales de aprovechamiento las zonas que pudieran quedar como reserva del recurso y las áreas por recuperar donde se hace necesario realizar reforestaciones o revegetaciones.

Se recomienda establecer unidades permanentes de muestreo (U.P.M.) en lo que fuera el uso común del ejido Tanque de Menchaca, municipio de Parras. La razón de ello es que el ejido fue vendido en el año 2005 a un particular, y desde entonces no se aprovecha hierba de candelilla; lo que ha permitido la recuperación de la población allí presente. Lo anterior pudo constatarse en visita realizada al predio en julio de 2017.

Además, se recomienda el establecimiento de 2 unidades permanentes de muestreo en los predios mostrados en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Predios en los que se propone establecer sitios permanentes de muestreo de candelilla.

Predio	Municipio
Ejido Bajío de Ahuichila	Viesca
Ejido Mala Noche y Arracadas	San Pedro
Ejido Colonia Agrícola Ganadera General Cruz Maltos	Parras
Ejido Las Coloradas	Ramos Arizpe
Ejido Tanque Nuevo	Cuatro Ciénegas
Ejido San José de Madero	Sierra Mojada
Ejido La Flor de Jimulco y sus anexos Jimulco y La Trinidad	Torreón
Ejido Tanque de San Vicente	General Cepeda
Ejido La Rosita	Ocampo
Ejido Río Aguanaval	Francisco I. Madero

Los criterios que se siguieron para determinar el número de sitios permanentes y su ubicación fueron los siguientes:

Distribución municipal: Se tendrían sitios permanentes de muestreo en cada uno de los municipios que se muestrearon como parte del proyecto. Con ello se estaría generando más información que se alimentaría con datos actualizados.

Facilidad de levantamiento de información: Pocos sitios permanentes de muestreo disminuirían el tiempo invertido en levantar datos de campo.

c. Determinación del potencial de aprovechamiento de candelilla.

La siguiente propuesta metodológica para estimar el potencial de aprovechamiento de candelilla está basada en visitas de campo y muestreo del recurso a fin de estimar las existencias reales de biomasa en la superficie a aprovechar.

Una vez obtenida la información de campo se procederá a calcular, en gabinete, las existencias aprovechables. Esto consiste en la sustracción del volumen de aquellos individuos que no han alcanzado la madurez de cosecha de acuerdo con la legislación aplicable. Las existencias aprovechables estimadas deberán ser objeto de una reducción del 20%, tal y como lo especifica la NOM-018-SEMARNAT-1999 para obtener lo que se denominará la capacidad de aprovechamiento. Esto es lo que marca la ley en cuanto al aprovechamiento de hierba de candelilla; pero, para reducir la presión sobre el recurso, y tratando de hacer un uso sostenible de este, debido a que la explotación de la candelilla es destructiva, se debe aprovechar solo una parte de la planta como lo recomienda De la Garza, F. y Berlanga, C. (1993), o sólo ciertos segmentos de la población comercialmente madura de acuerdo con la estructura poblacional obtenida del muestreo en campo; ese valor deberá ser establecido por los usuarios del recurso y el prestador de servicios técnicos; se recomienda que este no sea mayor al 90% de la capacidad de aprovechamiento para que, cuando menos, quede en el terreno un 10% de cada planta de candelilla aprovechada distribuido en forma natural. Al volumen así obtenido se le denominará volumen de recolección, que corresponde a la cantidad neta de hierba de candelilla que se puede extraer de un área delimitada sin riesgo de sobreexplotar el recurso

El potencial de aprovechamiento podrá obtenerse, entonces, al dividir el volumen de recolección sobre las existencias reales, multiplicando el resultado por la densidad de individuos aprovechables.

$$P.\ A. = \frac{V.\ R.}{E.\ R.} \times D.\ I.\ A.$$

Fórmula 7. Potencial de aprovechamiento.

Dónde:

P. A. = Potencial de aprovechamiento.
V. R. = Volumen de recolección (kg).
E. R. = Existencias reales (Kg).
D. I. A. = Densidad de individuos aprovechables (ind/ha).

$$E.\ A. = E.\ R. - E.\ S.\ M.\ C.$$ ← **Fórmula 8.** Existencias aprovechables.

Dónde:

E. A. = Existencia aprovechables (kg).
E. R. = Existencias reales (kg).
E. S. M. C. = Existencias que no han alcanzado la madurez de cosecha (kg). De acuerdo con la NOM-018-SEMARNAT-1999).

$$C.\ A. = E.\ A. \times 0.8$$ ← **Fórmula 9.** Capacidad de aprovechamiento.

Dónde:

C. A. = Capacidad de aprovechamiento (kg).
E. A. = Existencias aprovechables (kg).
0.8 = Valor constante (Tomado de la NOM-018-SEMARNAT-1999).

$$V.\ R. = C.\ A. \times I.\ R.$$ ← **Fórmula 10.** Volumen de recolección.

Dónde:

V. R. = Volumen de recolección (kg).
C. A. = Capacidad de aprovechamiento (kg).
I. R. = Intensidad de recolección. Es el valor porcentual de biomasa que se recolectará como parte del aprovechamiento parcial del majuelo o de ciertos segmentos de la población comercialmente madura de acuerdo con la estructura poblacional obtenida del muestreo del recurso. Se recomienda que ese valor no rebase el 90 % de la capacidad de aprovechamiento.

Durante los trabajos de campo, se observó un manejo deficiente del recurso y de la documentación legal para amparar la legal procedencia de este, situación que resulta en la disminución de las poblaciones de candelilla del estado de Coahuila. Como una solución parcial, se recomienda la implementación de alguna especie de programa de capacitación conjunta de los beneficiarios de los aprovechamientos por parte de las autoridades y de los prestadores de servicios técnicos a fin de crear conciencia y responsabilidad sobre el manejo de los recursos y de la documentación legal asociada a esta.

9. Anexos.

1. Entre los anexos que complementan el presente reporte se tiene la base de datos en hoja de cálculo electrónica, la cual contiene la lista de los predios muestreados, fechas de visita, número de unidades de muestreo levantadas, coordenadas de ubicación de cada una y demás información relativa.

2. Con las fórmulas desarrolladas para estimar el potencial de aprovechamiento de candelilla, presentadas en el capítulo 8, se construyó una tabla de valores de referencia sobre el estado de conservación de la especie en los predios verificados, misma que está incluida en la base de datos mencionada en el apartado anterior.

3. Las evidencias fotográficas de los trabajos de campo han sido presentadas con anterioridad como anexos complementarios del reporte.

10. Fuentes consultadas.

Arias, L. M. (2009). Interdisciplinariedad y triangulación en ciencias sociales. Diálogos revista electrónica, 10 1. Disponible en: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/dialogos/article/view/6130/5834

Camacho, O. M. 1990. Análisis Dimensional de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) en el C. E. F. "La Sauceda", Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis Profesional U. A. A. A. N. Saltillo, Coahuila, México. 84 p.

Canales, E., V. Canales Martínez y E. M. Zamarrón. 2006. Candelilla, del desierto mexicano hacia el mundo. CONABIO. Biodiversitas, 69:1-5. México, D. F.

CITES. 2017. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. CITES Trade Database. Comparative tabulation report of *Euphorbia antisyphilitica* wax exports for 2011 - 2016.

https://trade.cites.org/en/cites_trade/download/view_results?filters%5Btime_range_start%5D=2011&filters%5Btime_range_end%5D=2016&filters%5Bexporters_ids%5D%5B%5D=138&filters%5Bimporters_ids%5D%5B%5D=all_imp&filters%5Bsources_ids%5D%5B%5D=all_sou&filters%5Bpurposes_ids%5D%5B%5D=all_pur&filters%5Bterms_ids%5D%5B%5D=all_ter&filters%5Bselection_taxon%5D=genus&filters%5Btaxon_concepts_ids%5D%5B%5D=13194&filters%5Breset%5D=&web_disabled=&filters[report_type]=comptab. Consultado el 22 de septiembre de 2017.

CONABIO. 2008. Conservación, uso y comercio de la candelilla Taller Nacional. Boletín de prensa. Comunicado de prensa CONABIO Núm. 11. México, D. F.

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

De la Garza, F., Berlanga, C. y Tovar, F. 1992. Guía para el establecimiento y manejo de plantaciones de candelilla. Folleto Divulgativo No. 2. SARH. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental La Sauceda. Saltillo, Coahuila, México. 14 p.

Duaber, E. 1995. Guía Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento. Proyecto BOLFOR. USAID Contrato: 511-0621-C-00-3027. Santa Cruz, Bolivia. 21 p.

Grumbine, R. E. 1994. What is Ecosystem Management? Conservation Biology 8(1): 27-38.

Krebs, C. J. 2014. Ecological Methodology. Third edition. University of British Columbia, Canada. 745 p.

SEMARNAP. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-018-SEMARNAT-1999, Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla, transporte y almacenamiento de cerote. Diario Oficial de la Federación. Edición matutina. 1era. Sección. 27 de octubre de 1999. México, D. F.

Yeasmin, S; y Rahman, K. F. (2012). Triangulation Research Method as the Tool of Social Science Research. Bup Journal, 1, 1:154-163. Disponible en : http://www.bup.edu.bd/journal/154-163.pdf

Woda, C. 2016. Applicability of NRSC specifications in candelilla wax production. Reporte inédito. Natural Resource Stewardship Circle. Grasse, France. 43 pp.