



Fondo
CONACYT
CONAFOR



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Mejores prácticas de manejo y ecuaciones alométricas de biomasa de *Agave salmiana* Otto., en el estado de Zacatecas



Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la
Innovación Tecnológica Forestal

Comisión Nacional Forestal

Coordinación General de Producción y Productividad

Gerencia de Manejo Forestal Comunitario

Unidad de Educación y Desarrollo Tecnológico

Periférico Poniente 5360

Colonia San Juan de Ocotán Zapopan, Jalisco C.P. 45019

Tel: 01 (33) 3777 7000

Proyecto apoyado a través del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal CONACYT-CONAFOR:

2017-4-292674

Mejores prácticas de manejo y generación de tablas de volumen y biomasa para las principales especies forestales no maderables de importancia económica en los ecosistemas áridos y semiáridos de México.

Autores: Dr. Pablito Marcelo López Serrano¹, M.C. Adrián Hernández Ramos², Dr. Jorge Méndez González³, Dr. Martín Martínez Salvador⁴, Dr. Oscar Aguirre Calderón⁵, Dr. Benedicto Vargas Larreta⁶ y Dr. José Javier Corral Rivas¹.

¹Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ⁴Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y ⁵Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), ⁶Instituto Tecnológico de El Salto (ITES).

Impreso en México

Primera edición, 2021.

Forma de citar:

López-Serrano, P.M., Hernández-Ramos, A., Méndez-González, J., Martínez-Salvador, M., Aguirre-Calderón, O., Vargas-Larreta, B., Corral-Rivas J.J. 2021. Mejores prácticas de manejo y ecuaciones alométricas de biomasa de *Agave salmiana* Otto., en el estado de Zacatecas. Proyecto: 2017-4-292674. CONAFOR-CONACYT. México.

PRESENTACIÓN

En la última década se ha visto reflejada la importancia del estudio, manejo y aprovechamiento de especies provenientes de zonas áridas y semiáridas de México, en especial las que poseen cierto interés comercial por ser pioneras en el sustento de las familias que habitan en regiones rezagadas y hacen uso del recurso forestal no maderable para sobrevivir. En este caso se hace referencia a la especie de *Agave salmiana* Otto., conocido como “agave manso”, por los usos que se le puede dar como es la extracción de aguamiel, derribo del escapo para quiote y forraje para el ganado principalmente.

Dependencias gubernamentales como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) e instituciones educativas y de investigación como la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y el Instituto Tecnológico de El Salto (ITES), en su afán de contribuir a mejorar el manejo y aprovechamiento de los recursos forestales no maderables, han diseñado el presente documento denominado “Mejores prácticas de manejo y ecuaciones alométricas de biomasa de *Agave salmiana* Otto., en el estado de Zacatecas”, con el fin de que se utilice como una herramienta técnica de apoyo para los gestores y productores de todos niveles, provocando el mínimo

impacto ambiental en zonas de aprovechamiento y al mismo tiempo aprovechar su máximo potencial productivo, favoreciendo las condiciones de vida de las personas que habitan en las zonas rurales y las condiciones medioambientales, aplicando criterios que logren la máxima productividad, prospere la regeneración y mantenga la conservación de dicha especie.

El interés colectivo para el desarrollo y generación de herramientas tecnológicas (como mejores prácticas de manejo y ecuaciones alométricas de biomasa) es un paso significativo para quienes trabajan activamente en el cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos aprovechando su máximo potencial productivo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. LEGISLACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL DE LA ESPECIE.....	8
2.1 Procedimientos legales para la autorización del aprovechamiento forestal no maderable del <i>Agave salmiana</i> Otto.	8
2.2. Leyes y Normas.....	10
3. INVENTARIO FORESTAL CON FINES DE MANEJO	17
3.1. Técnicas de muestreo para la evaluación de las poblaciones naturales de la especie	17
4. MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO	22
4.1. Mejoras en las técnicas de aprovechamiento de la especie ..	22
4.2. Mejoras en las técnicas de extracción y beneficio del producto final	24
4.3. Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales....	24
4.4. Limpieza de las áreas de aprovechamiento	28
5. ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA	30
5.1 Ecuaciones de biomasa.....	33
6. MAPA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA ESPECIE	39
7. CONCLUSIONES	42
8. BIBLIOGRAFÍA.....	43
9. GLOSARIO	46
10. SIGLAS Y ACRÓNIMOS	47

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas de México albergan una gran biodiversidad de plantas que componen su paisaje natural, además de ser refugio para la fauna silvestre y fuente de sustento para muchas familias que las habitan, una de las especies que se distribuye en zonas áridas es el agave; caracterizado por crecer en zonas de baja precipitación (Martínez *et al.*, 2015; Narváez *et al.*, 2016). La palabra agave se deriva del griego que significa “admirable, noble, ilustre, agradable, magnífica” (Nobel, 1998). El agave es muy apreciado en México por los usos que se le da como extracción de aguamiel o para la producción de mezcal (García, 2007).

En el género agave está la especie de *Agave salmiana* Otto, la cual presenta un alto índice de aprovechamiento comercial y sus poblaciones naturales son sometidas a procesos intensivos de extracción, por lo que ha crecido también el interés por darle un manejo sustentable (Campos *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2015). En la región Noreste-zacatecana la especie se ha establecido de manera introducida, regularmente es plantada en traspatio y parcelas, fungiendo como cerca viva en los límites de terrenos.

La especie de *Agave salmiana* Otto, es considerada una especie endémica de México (Colpos, 2012; Nieto *et al.*, 2016; Pérez *et al.*, 2017), es llamada comúnmente como “agave manso” y son plantas vigorosas, llegan a tener un diámetro de la roseta de 2 a 5 m y alturas de hasta 3 m (Colpos, 2012), desarrolla inflorescencia en forma de panícula que va de 15 a 20 umbelas

compuestas y flores amarillas de 7 a 9 cm de largo, dicha inflorescencia se encuentra en la parte superior del escapo que va de 5 a 9 m de alto con largas brácteas flexibles (Morales *et al.*, 2002; Colpos, 2012; Pérez *et al.*, 2017). El ciclo de vida que se atribuye a *Agave salmiana* Otto va de 8 a 20 años, presentándose la floración al final, para después morir (Martínez, 2005).

Debido al manejo irracional y a la falta de recursos en el manejo de la especie de *Agave salmiana* Otto, los pequeños conglomerados que se han establecido a manera de reforestaciones han ido reduciendo en número. Esto también es debido a que en algunos lugares no es rentable su aprovechamiento si no se da valor agregado (Morales *et al.*, 2002) y solo es usado para autoconsumo o forraje para el ganado. Con el fin de mejorar el manejo de la especie y su problemática se generó la siguiente guía de mejores prácticas.

2. LEGISLACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL DE LA ESPECIE

2.1 Procedimientos legales para la autorización del aprovechamiento forestal no maderable del *Agave salmiana* Otto.

De acuerdo con el artículo 85 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2021), y el artículo 72 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS, 2020), este recurso forestal no maderable requiere de una autorización de aprovechamiento, que se obtiene mediante solicitud que se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mediante un formato que contenga el nombre, denominación o razón social y domicilio del propietario o poseedor del predio o conjunto de predios y, en su caso, número de oficio y fecha de la autorización en materia de impacto ambiental. El procedimiento y requisitos para la autorización del aprovechamiento de *Agave salmiana* Otto., se muestran en la Figura 1.

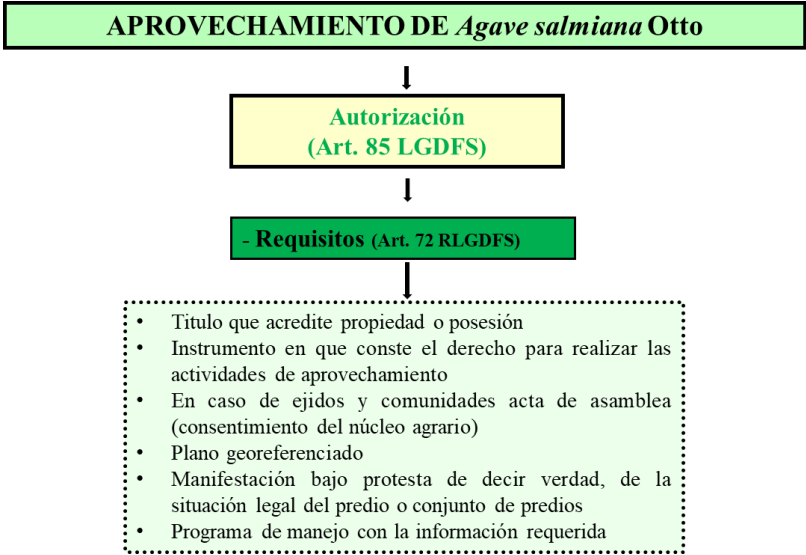


Figura 1. Requisitos que debe contener la autorización de aprovechamiento de *Agave salmiana* Otto., en México.

2.2. Leyes y Normas

Leyes vigentes

La legislación vigente que se describe a continuación regula el aprovechamiento del *Agave salmiana* Otto.

Leyes y Reglamentos	Artículos
<p>Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)</p> <p>Esta Ley hace referencia a temas del aprovechamiento sustentable y la preservación de este recurso forestal no maderable.</p>	<p>1, 3, 15, 84, 87 y 100.</p>
<p>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)</p> <p>Legisla el fomento a la silvicultura, el manejo y regulación del aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables. Así como los documentos que se considerarán para acreditar la posesión o derecho para realizar las actividades mencionadas. Además de la ejecución, desarrollo y cumplimiento de los programas de manejo forestal y los estudios técnicos.</p>	<p>1, 3, 5, 7, 10, 21, 31, 39, 50, 53, 54, 55, 56, 59, 70, 84, 85, 91 y 97.</p>

Leyes y Reglamentos	Artículos
<p>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Reglamento de la LGDFS)</p> <p>Menciona los procedimientos y requisitos para las autorizaciones y avisos de aprovechamientos no maderables ante la Secretaría, quien resolverá las solicitudes de conformidad con lo dispuesto en la LGDFS y el presente Reglamento.</p>	<p>1, 2, 4, 12, 14, 18, 27, 30, 32, 33, 34, 38, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 98, 141, 164, 165 y 166.</p>
<p>Ley General de Vida Silvestre (LGVS)</p> <p>Legisla el aprovechamiento sustentable y conservación por parte de los propietarios de un predio, de la vida silvestre que se desarrolla libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como las especies domésticas que, al quedar fuera de control del hombre, se establecen en el hábitat natural.</p>	<p>1, 3, 18, 19, 56, 83, 84 y 97.</p>
<p>Ley Agraria</p> <p>Estos artículos hacen mención a la personalidad jurídica de los núcleos de población ejidales o ejidos. Así como su</p>	<p>9, 10, 73, 116 y 119.</p>

Leyes y Reglamentos	Artículos
<p>organización económica y social para el aprovechamiento de las tierras de uso común.</p>	
<p>Ley Federal de Procedimiento Administrativo (LFPA)</p> <p>Menciona los actos, procedimientos y resoluciones administrativas de orden e interés públicos ante una Administración Pública Federal centralizada, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados Internacionales de los que México sea parte. La Administración Pública Federal no podrá exigir más formalidades que las expresamente previstas en la ley. Se menciona de los requisitos de las promociones que realice el interesado o su representante legal.</p>	<p>1, 15, 15-A, 17-A, 19 y 43.</p>

Normas vigentes.

Las Normas Oficiales Mexicanas vigentes que se describen a continuación regulan el aprovechamiento del *Agave salmiana* Otto.

NOM-005-SEMARNAT-1997

Norma Oficial Mexicana **NOM-005-SEMARNAT-1997** que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de cortezas, tallos y plantas completas de vegetación forestal.

Apartado	Especificaciones
Aprovechamiento	<p>Para realizar el aprovechamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal, el dueño o poseedor del predio correspondiente, deberá presentar una notificación por escrito ante la Delegación Federal o Secretaría en la entidad federativa correspondiente, misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años.</p>
	<p>El aprovechamiento quedará sujeto a los siguientes criterios y especificaciones técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Sólo se podrán aprovechar plantas en la etapa de madurez de cosecha.

Apartado	Especificaciones
	<p>II. Deberá dejarse distribuido uniformemente, en el área de aprovechamiento sin intervenir, como mínimo el 20% de las plantas en etapa de madurez de cosecha, para propiciar la regeneración por semillas;</p>
Almacenamiento	<p>Los responsables de los centros de almacenamiento deberán:</p> <p>I. Solicitar la inscripción de los mismos en el Registro Forestal Nacional, acreditando su personalidad.</p> <p>II. Informar trimestralmente dentro de los primeros 10 días hábiles de los meses de abril, julio, octubre y enero de cada año, a la Delegación Federal de la Secretaría en la entidad federativa correspondiente, sobre las entradas y salidas del producto durante el trimestre inmediato anterior.</p>

Apartado	Especificaciones
Transporte	El transporte de las plantas completas, desde el predio bajo aprovechamiento, hacia los centros de almacenamiento o de transformación, se realizará al amparo de remisión o factura comercial, expedida por el dueño o poseedor del recurso, o el responsable del centro de almacenamiento, siempre y cuando dicho producto se transporte en cualquier vehículo automotor.

NOM-152-SEMARNAT-2006

Norma Oficial Mexicana **NOM-152-SEMARNAT-2006**, que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.

En el apartado 5 de la Norma, se describen los criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo, así como en el apartado 6, se hace mención de la estructura para la presentación del programa de manejo.

Apartado	Especificaciones
Aprovechamiento no maderable	Cuando se pretenda solicitar una autorización de aprovechamiento de Recursos Forestales No Maderables,

Apartado	Especificaciones
	<p>para los recursos indicados en el artículo 85 de la Ley (LGDFS). De acuerdo con el artículo 72 del Reglamento (RLGDFS), las solicitudes se presentarán ante la Secretaría y contendrán el nombre o denominación o razón social y domicilio del interesado. En su caso, se señalará el número de oficio y fecha de la autorización en materia de impacto ambiental. Asimismo, con la solicitud a que se refiere el presente artículo deberá presentarse un programa de manejo forestal (Artículo 72, fracción VI), con los requisitos que se establecen en el artículo 73 del Reglamento (RLGDFS).</p>

3. INVENTARIO FORESTAL CON FINES DE MANEJO

La planificación para el manejo de cualquier recurso requiere en primer lugar un conocimiento del mismo, de las restricciones posibles para su utilización y de los medios disponibles. Con ello se pueden evaluar, en pasos sucesivos, alternativas de manejo que conduzcan al logro de los objetivos planteados. La planificación forestal se inicia, por tanto, con una toma de datos a través de un inventario (Madrigal, 1994). Para hacer extensivo el aprovechamiento de las especies no maderables de zonas áridas y semiáridas de manera sustentable, es indispensable el desarrollo de un inventario que proporcione datos confiables de ubicación, existencias reales y magnitud del recurso, así como la estimación y monitoreo de la tasa de crecimiento anual, biomasa y la productividad (López, 2005).

3.1. Técnicas de muestreo para la evaluación de las poblaciones naturales de la especie

Los programas de manejo para el aprovechamiento forestal de esta especie no maderable requieren del uso de técnicas de muestreo que permitan la estimación de la estructura poblacional y existencias reales de acuerdo con las especificaciones que se mencionan en la NOM-152-SEMARNAT-2006.

Para el inventario de *Agave salmiana* Otto., se debe de entrar al contexto de las técnicas de muestreo para la evaluación de las poblaciones naturales de la especie, es necesario enfatizar

primero los conceptos de catastro y división dasocrática. Donde en el primer concepto se busca recabar toda la información necesaria acerca de un área o superficie de estudio conjuntando la documentación legal y planos geográficos para ubicarla en un espacio municipal, regional, estatal y nacional. Este procedimiento conlleva al análisis espacial de los vértices, linderos, superficies con apoyo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), con reconocimiento en campo, si es necesario, para finalmente elaborar la cartografía temática del área de estudio. Por otra parte, el término de división dasocrática hace referencia a una unidad mínima de manejo que bien puede ser un rodal o un subrodal, entendiéndose a éstos como el área definida por características permanentes como el suelo, pendiente, parteaguas y arroyos. El rodal es la unidad básica de manejo y sobre todo de seguimiento a las variables forestales a través del tiempo y como tal, debe ser permanente a través de los ciclos de corta sucesivos, aun cuando haya cambios en la vegetación, tal como se establece en la NOM-152-SEMARNAT-2006.

Por la forma de crecimiento de los individuos y la aplicabilidad que representa el muestreo sistemático en la evaluación de especies de zonas áridas y semiáridas, al representar menor costo y ser el de menor grado de dificultad comparado con el resto de técnicas de muestreo, en este manual se recomienda utilizar la siguiente metodología de muestreo para *Agave salmiana* Otto.

- 1. Diseño de muestreo.** Un muestreo sistemático con base en cuadrículas o grillas (a nivel predial o de unidad mínima de manejo). El procedimiento que generalmente se emplea es el siguiente: 1) en la cartografía elaborada para el área de estudio y con apoyo de sistemas de información geográfica, se genera una malla de puntos regulares (cuadrículas o grillas) distribuidos a una distancia prefijada por el responsable de la planeación del muestreo considerando las características fisiográficas y topográficas del terreno.
- 2. Número total de sitios a muestrear.** Dado que se tienen los puntos de muestreo definidos en el apartado anterior, el responsable de realizar el muestreo definirá el número de sitios a muestrear que servirá como un pre-muestreo para obtener los parámetros y estimadores que nos permitan determinar el tamaño de muestra en la fórmula o ecuación, tomando en cuenta que la normatividad requiere una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo de 10%.
- 3. Forma de los sitios.** La forma de los sitios recomendada es circular por tener ésta figura geométrica la conjunción de dos criterios básicos de muestreo: por un lado, la relación perímetro-superficie del sitio es mínima; de este modo, se consigue reducir los problemas que se presentan en los bordes de las parcelas para determinar si una planta debe ser incluido o no; por otro lado, el número de puntos de referencia (centro o esquinas) del sitio debe reducirse siempre y cuando esto no suponga un inconveniente para su replanteo (Gadow and Hui, 1999).

4. **Tamaño de los sitios expresados en metros cuadrados.**

Las dimensiones de los sitios circulares recomendadas son 500 m^2 (radio = 12.6157 m) o de 1000 m^2 (radio = 17.8412 m). Entre más pequeño sea un sitio, más fácil y precisa será su delimitación.

5. **Intensidad de muestreo en porcentaje.**

La intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total. Normalmente, en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, dependiendo de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera. Por ello, podemos definir la intensidad de muestreo de acuerdo a la precisión con la que deseamos medir las características de la población de estudio y el costo que esto conlleva, recomendándose en base a la experiencia de los autores una intensidad de muestreo mayor de 1% y hasta el 3%.

6. **Información a medir.**

En cada uno de los sitios se medirán las siguientes variables: Diámetro de cobertura Norte-Sur (DC_{NS} , cm) y Diámetro de cobertura Este-Oeste (DC_{EO} , cm) y Altura total (H, cm). En gabinete se obtendrá el diámetro promedio de cada una de las plantas evaluadas. Empleando la ecuación alométrica generada en el presente documento, se sustituye el valor de las variables indicadas y se obtiene el volumen o biomasa por individuo, por sitio o hectárea. Para ello, en el caso de estimaciones de biomasa o volumen promedio por sitio, se realiza la sumatoria de la biomasa o volumen total de cada sitio y se divide entre el número de ellos. Para estimaciones de biomasa o volumen

promedio por hectárea ($\text{Ha}^{-1} = 10,000 \text{ m}^2$), el volumen o biomasa promedio por sitio se multiplica por un factor de superficie que depende del tamaño del sitio y se obtiene el correspondiente a una hectárea (Berlanga *et al.*, 1992).

4. MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO

Las siguientes mejores prácticas de manejo se realizaron en base al diagnóstico de cómo se aprovecha actualmente la especie de *Agave salmiana* Otto., en el estado de Zacatecas, dentro del proyecto “Mejores prácticas de manejo y generación de tablas de volumen y biomasa para las principales especies forestales no maderables de importancia económica en los ecosistemas áridos y semiáridos de México” y estas fueron realizadas por un grupo de investigadores de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y el Instituto Tecnológico de El Salto (ITES).

4.1. Mejoras en las técnicas de aprovechamiento de la especie

Para maximizar el uso del recurso sin ponerlo en estatus de riesgo, es necesario eficientizar las técnicas de aprovechamiento al igual que las de manejo para lograr sea un recurso sostenible, para ello se proponen las siguientes técnicas de aprovechamiento:

- **Clasificación de áreas de aprovechamiento.** Es un método que se debe aplicar para cumplir con los criterios y especificaciones de aprovechamiento que marca la NOM, es clasificar el terreno ejidal o área de aprovechamiento en rodales o unidades mínimas de

manejo para llevar un mejor control de los recursos con los que se cuenta, facilitando la categorización de los individuos por etapa fenológica; es decir, las plantas de *Agave salmiana* Otto., se deben clasificar en cuatro categorías: juveniles, pre-reproductivo, reproductivo y maduros o sazones para identificar la etapa de madurez y así poder aprovechar el máximo permitido por la ley que de acuerdo a la NOM-005-SEMARNAT-1997 se establece un método más conservador.

- **Quebrado del *Agave salmiana* Otto. en etapa de madurez o sazones listos para la extracción de aguamiel.** Este proceso se realiza sin alguna evaluación previa al quebrado, no se miden los estándares de azúcares, ni el color o consistencia de aguamiel, por lo que se propone lo siguiente: Estando el *Agave salmiana* Otto. en etapa de madurez, se recomienda “capar” el individuo removiendo el cogollo 10 cm arriba de la parte inferior del mismo y dejarlo capón por lo menos de 5 a 8 meses para así someterlo a estrés y su metabolismo se enfoque a la producción de azúcares y no en crecimiento de pencas, escapo o quiole y fruto. Transcurridos estos 8 meses el aguamiel tendrá una apariencia melosa, el nivel de azúcares más concentrado, por lo que además se puede mejorar la calidad de la miel de *Agave salmiana* Otto., si fuese el caso. Una vez que el aprovechamiento del individuo llegó a su fin es necesario reemplazarlo por una planta nueva para seguir teniendo una producción de manera sustentable. Una alternativa de uso de los restos del

Agave salmiana Otto., es como alimento para ganado o para elaboración de composta, según sea el estado fisiológico de la planta.

4.2. Mejoras en las técnicas de extracción y beneficio del producto final

Para la elaboración de mezcal se extrae el individuo completo. Para la recolección de la materia prima de *Agave salmiana* Otto., son necesarias ciertas condiciones o características visuales, tales como: coloración verde-amarillenta en la base de las pencas y parda en la base de la planta, así como la presencia de pencas secas en esta zona. Bajo estas condiciones, generalmente el *Agave salmiana* Otto., se encuentra en un estado de madurez apropiado, para la extracción, dado que contiene un alto contenido de azúcares que garantizan una mejor calidad del mezcal.

4.3. Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales

Las reforestaciones de *Agave salmiana* Otto., han retomado gran importancia en el ámbito económico, social y ambiental. Esta especie se ha llegado a desarrollar en condiciones críticas bajo condiciones de temporal, permitiendo que se recuperen las áreas productivas y parcelas abandonadas al cultivo. Al establecer las reforestaciones con agave se logra reducir la presión sobre otros recursos o productos forestales no maderables (PFNM) y se logra prevenir y controlar la erosión de suelos, reduciendo también el tiempo de colecta y

transporte, además de incrementar sus ingresos económicos. Los pasos para el establecimiento de una reforestación de agave exitosa son los siguientes:

- 1. Selección de material para la reforestación:** para lograr que el establecimiento de una reforestación sea exitoso, se recomienda extraer los hijuelos de los individuos con mejores características fenotípicas que presenten los más altos rendimientos del área de aprovechamiento, asegurando así resistencia en el trasplante. Los hijuelos a seleccionar deben ser aquellos que provengan de plantas vigorosas, que sean nativas del lugar o por lo menos que ya estén bien adaptadas a él, de roseta bien formada y cogollo recto, de grandes dimensiones en cobertura y altura, además de presentar una gran piña, que presenten ausencia de plagas o enfermedades, factor importante en su sobrevivencia.
- 2. Colecta de los hijuelos:** hijuelos deben ser colectados dos o tres semanas antes de realizar la reforestación con ayuda de un talacho o pico, cuidando dañar lo menos posible las raíces del hijuelo y plantas aledañas. Los hijuelos deben tener un tamaño de 20 a 30 cm de altura, razón por la cual se corta aproximadamente un cuarto de la hoja o penca comenzando de la punta hacia la base, para evitar daños físicos. También es recomendable realizar poda cortando las pencas secas e inferiores dejando entre 3 y 5 por planta, partiendo desde la base del individuo. El cuidado en el transporte de la planta es de vital importancia por lo que se debe

cuidar no romper o mutilar su estructura. Como actividad complementaria se debe realizar el barbeo o poda de raíces hasta llegar a su base. Una vez preparada la planta debe permanecer de 2 a 3 semanas en condiciones ambiente en los terrenos donde se realizará la reforestación, lo que ayudará a la cicatrización de raíces y aumentará el éxito en el establecimiento.

- 3. Preparación del terreno:** la preparación del terreno asegura una gran parte del éxito esperado en el establecimiento de la reforestación por lo que se recomienda: sí el lugar de establecimiento fuera inclinado o presentara pendientes ligeras, realizar la reforestación en línea a una zanja bordo con terraza individual, realizar cajete o media luna opuesta a la pendiente con el fin de asegurar la captación de agua. Si el lugar del establecimiento fuera casi plano se recomienda realizar obras de subsoleo como el barbecho, rastreo y surcos a nivel, ubicando la planta aguas arriba del surco. Realizar un barbecho y rastreo en el terreno, favorece el crecimiento y desarrollo de la planta; dichas acciones contribuyen a elevar la producción de fibra y reducir el turno técnico (Castillo *et al.*, 2005; Berlanga *et al.*, 1992).
- 4. Densidad de reforestación:** la distancia promedio a la que debe estar separada una planta y otra es 3 m y 4 m entre bordes, con este método se obtendrá una densidad recomendada de 840 individuos por hectárea.
- 5. El diseño de la reforestación puede ser a manera de:**

- a) **Marco real:** en este diseño las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20%.
 - b) **Diseño a tresbolillo:** las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20%, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.
6. **Establecimiento de la reforestación:** se deben considerar prioritarias aquellas áreas con registro de poblaciones naturales de la especie. La reforestación debe realizarse de dos a tres semanas antes de la época de lluvias que normalmente sucede en verano. Para la reforestación de los hijuelos se recomienda el método de cepa común que consiste en cavar un hoyo de 10 a 15 cm de profundidad y ancho acorde al individuo a plantar, esto con ayuda de un talache o pico. Después se coloca la planta y se cubre con tierra a nivel del cuello de la misma, se compacta el suelo para evitar bolsas de aire y posibles pudriciones.
7. **Reposición de plantas:** aunque los índices de supervivencia sean altos (entre 95 al 100%) en su etapa inicial, pueden presentarse pérdidas de planta por

diversos factores, como el mal manejo de la planta durante la extracción y transporte de la misma al lugar de reforestación o presencia de plagas. Por lo tanto, es recomendable realizar una evaluación de sobrevivencia y hacer reposición de las plantas afectadas.

- 8. Deshije:** por razones fisiológicas de la planta a los pocos meses de realizada la reforestación empieza a surgir la regeneración mediante hijuelos a los cuales si se permite su desarrollo en el mismo lugar estará en competencia con la planta madre. Se recomienda retirar los hijuelos y usarlos para reposición de planta fallida dentro de la misma área reforestada.

4.4. Limpieza de las áreas de aprovechamiento

Las actividades del aprovechamiento de *Agave salmiana* Otto., generan residuos en las áreas de extracción, como envases de plástico o de vidrio, metal, fibras no degradables, lubricantes, gasolina y grasas. Estos materiales son contaminantes que no son parte del bosque, por lo que no deben ser dejados en las áreas de aprovechamiento una vez concluidas las actividades de cosecha. Por tanto, se recomienda mantener los campamentos y las áreas de aprovechamiento libres de desechos, residuos y basura de cualquier tipo, a través del uso contenedores para su almacenamiento, los cuales de preferencia deberán estar etiquetados según la naturaleza de la basura como papeles y cartones, vidrios, plásticos, líquidos, piezas mecánicas, entre otras. Dichos residuos deberán ser después trasladados a instalaciones finales de depósito y

manejo como los rellenos sanitarios. La realización de esta práctica permitirá ofrecer un hábitat de calidad para especies de flora y fauna dentro de las áreas de aprovechamiento y evitar riesgos de incendios o de muerte de animales por el consumo de residuos tóxicos.

5. ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA

Los modelos de predicción presentados en este documento son ecuaciones alométricas que proporcionan estimaciones fiables de biomasa de *Agave salmiana* Otto. Representan una herramienta útil para la gestión forestal, ya que permiten la estimación de la biomasa total en kilogramos o por fracciones (componentes), con variables fáciles de medir en campo, como la altura y cobertura de la planta. El uso y aplicación de estas ecuaciones permiten estimar el valor de cada componente de manera indirecta antes del aprovechamiento de la planta, y dado que se trata de un método de cuantificación no destructivo, su impacto ecológico es prácticamente nulo.

El muestreo utilizado para el desarrollo de las ecuaciones alométricas de biomasa consistió en seleccionar aleatoriamente 150 individuos en el estado, los cuales fueron muestreados considerando sus dimensiones estructurales (altura de la planta y diámetros de cobertura) siguiendo una distribución uniforme; es decir tratando que fuera la misma cantidad de individuos en todas las categorías de diámetro de cobertura y altura. Para cada individuo se midieron en pie la altura total (H, cm) y el diámetro de la cobertura (DC, cm). Una vez derribados, se separaron las siguientes fracciones de biomasa: cogollo, pencas verdes y pencas secas. Cada fracción se pesó en verde utilizando una báscula con una precisión de ± 1 g (Figura 2). Para el desarrollo de las ecuaciones se probaron diferentes combinaciones de variables predictivas o independientes (diámetro de cobertura (DC) y altura (H)). Se ajustaron diferentes modelos lineales y no lineales por el método mínimos cuadrados empleando el procedimiento MODEL del

programa SAS/STAT® (SAS Institute Inc., 2009); y el método iterativo de Gauss-Newton. Posteriormente, se seleccionaron los mejores modelos por componente en peso verde (cogollo, pencas verdes y peso total) y se ajustaron simultáneamente para garantizar la aditividad, característica que se recomienda en las ecuaciones desarrolladas para la estimación de biomasa de los distintos componentes, y que implica que la suma de las estimaciones de los diferentes componentes sea igual a la estimación de biomasa total del propio sistema.

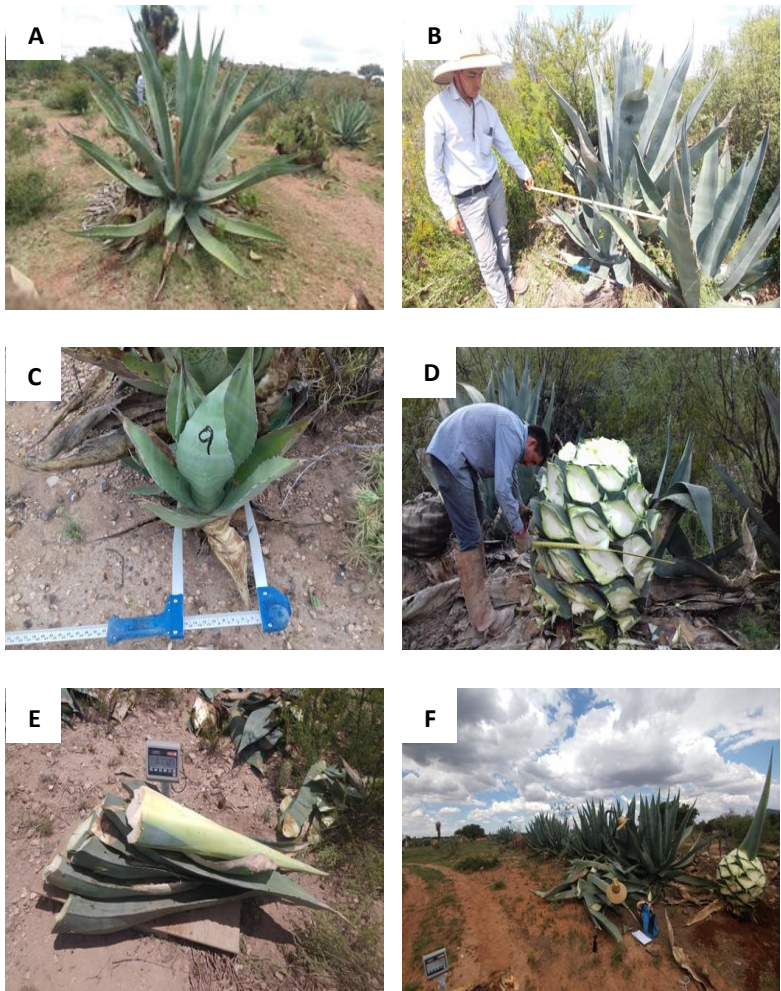


Figura 2. Muestreo realizado en el estado de Zacatecas. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Medición de cobertura, D) Medición de la piña, E) y F) Peso de la penca y piña verde.

5.1 Ecuaciones de biomasa

En el Cuadro 1 se muestran las estadísticas descriptivas del componente de piña verde de los individuos muestreados para desarrollar las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa por componente y/o total de la planta en el estado de Zacatecas. En la Figura 3, se muestra la distribución de las dimensiones de la cobertura y la altura de las plantas muestreadas.

Cuadro 1. Resumen descriptivo de la muestra de *Agave salmiana* Otto., colectada en el estado.

Variable	No. Obs	Media	Std	Min.	Max.
<i>DC (cm)</i>	150	124.03	95.05	3.26	403.5
<i>H (cm)</i>	150	101.06	68.99	3.50	279.0
<i>Piña verde (kg)</i>	150	45.21	82.53	0.007	522.1
<i>Penca verde(kg)</i>	150	60.40	106.61	0.008	707.9
<i>Peso total (kg)</i>	150	106.61	188.51	0.015	1230

Dónde: No. Obs= número de observaciones; Std= desviación estándar; Min= valor mínimo; Max= valor máximo.

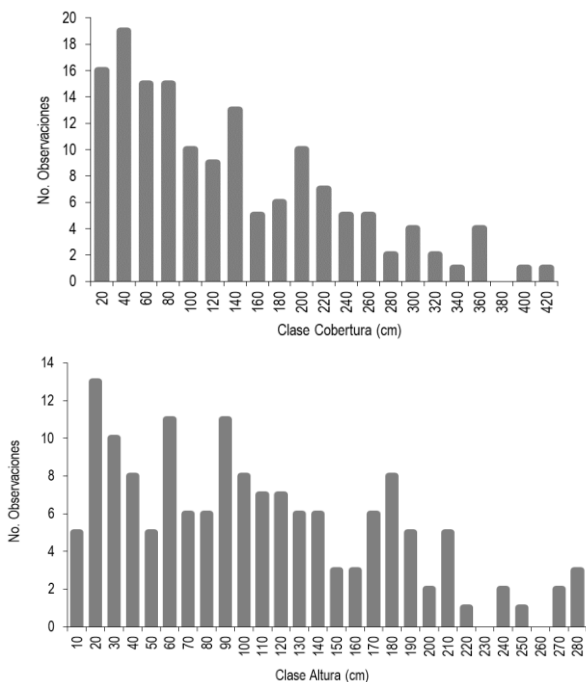


Figura 3. Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado.

Las expresiones matemáticas, la estimación de los parámetros y los estadísticos de ajuste de las ecuaciones alométricas aditivas desarrolladas para estimación de peso verde por componente y total de *Agave salmiana* Otto., en el estado de Zacatecas se muestra en los Cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Ecuaciones alométricas desarrolladas para la estimación del peso verde por componente y peso total de *Agave salmiana* Otto., para el estado de Zacatecas.

Componente	Modelo	No.
Piña verde	$W_c = \exp(b_0 + b_1 \ln(DC * H))$	(1)
Penca verde	$W_l = \exp(b_2 + b_3 \ln(DC * H))$	(2)
Peso total	$W_t = \exp(b_0 + b_1 \ln(DC * H)) + \exp(b_2 + b_3 \ln(DC * H))$	(3)

Dónde: W_k = peso verde de los componentes o total (kg), b_j =parámetro j para la estimación de los pesos, DC =diámetro de cobertura de cada planta (cm), H =altura total de cada planta (cm), exp = exponente, ln = logaritmo natural.

Cuadro 3. Estimación de los parámetros, contrastes de significación aproximados, y estadísticos de bondad de ajuste para las ecuaciones alométricas desarrolladas para la estimación de peso verde por componente y total de *Agave salmiana* Otto., para el estado de Zacatecas.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar aprox.	t	Prob. Aprox > t	R ²	REMC (kg)
Piña verde	b ₀	-11.0206	0.1829	-60	<.0001	0.95	18.97
	b ₁	1.466402	0.0179	81.7	<.0001		
Penca verde	b ₂	-10.4316	0.1224	-85	<.0001	0.96	20.52
	b ₃	1.439359	0.0118	122	<.0001		
Peso total						0.96	36.68

t = estadístico de t de Student; R² = Coeficiente de determinación; REMC = Raíz del Error Medio Cuadrático

Ejemplo práctico de la aplicación de las ecuaciones alométricas:

Para estimar la biomasa por componente (piña o penca verde) del agave en el estado de Zacatecas, sería como se explica a continuación. Supongamos que una planta de agave tiene una altura total (H) de 120 cm y una cobertura (DC) de 160 cm; y si quisiéramos saber el volumen de la piña, se aplicaría la ecuación del componente piña verde, como se muestra de la siguiente manera:

Información dasométrica: $H=120\text{ cm}$; $DC= 160\text{ cm}$

Ecuación para estimar la biomasa verde de la piña:

$W_C = \exp(b_0 + b_1 \ln(DCH))$, se sustituyen las variables con los valores del Cuadro 3 para el caso del Estado;

$$W_C = \exp(-11.02060 + 1.466402 \ln((120)(160)))$$

$W_C = 31.25\text{ kg}$; de biomasa de la piña verde dadas esas condiciones de la planta.

En el Cuadro 4, se muestra los predios en el estado de Zacatecas donde se llevó a cabo el muestreo.

Cuadro 4. Municipios y predios en donde se llevó a cabo el muestreo en el estado de Zacatecas.

Estado	Municipio	Predio
Zacatecas	Concepción del Oro	Tanque del Alto Agua Dulce
	El Salvador	Tanque Nuevo
	Villa González Ortega	El Refugio del Zacate Villa González Ortega
	Villa Hidalgo	San Agustín y Anexos
	Pinos	El Nigromante
	Mazapil	La Pardita

6. MAPA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA ESPECIE

Los modelos de distribución potencial de las especies son de gran relevancia en la actualidad ya que emplean información característica del sitio y registros de su presencia. El principio de máxima entropía trata de encontrar aquellas zonas del terreno en las cuales se encuentran las condiciones óptimas para que las especies sobrevivan, mostrando una aproximación de su distribución que es útil en áreas de la conservación como la biología y la biogeografía (Phillips *et al.*, 2006). La importancia de los modelos de nicho ecológico, así como los mapas de distribución y su proyección al espacio geográfico son importantes en ecología, puesto que por medio de estas herramientas es posible conocer los requerimientos ecológicos de las especies (Leal-Nares *et al.*, 2012), y otras zonas con condiciones climáticas similares que puedan favorecer su establecimiento. Lo anterior puede ser aplicado tanto a especies de zonas boscosas, tropicales o zonas áridas, en especial especies endémicas o en algún grado de riesgo. Sin embargo, la aplicación de los modelos de distribución en el manejo de especies de importancia económica es de gran relevancia, por ubicar áreas o regiones con diferentes grados de potencial productivo, en este caso las áreas de mayor potencial son las más atractivas para el establecimiento de áreas de conservación y plantaciones forestales o programas de reforestación de *Agave salmiana* Otto. A pesar de que los modelos de distribución pueden ser muy robustos en la ubicación de sitios potenciales, se recomienda considerar terrenos con condiciones de suelo y relieve similares a zonas donde la especie se desarrolla de manera natural.

La Figura 4 muestra el mapa del área de distribución potencial de *Agave salmiana* Otto., el cual fue construido por los autores de este documento utilizando variables bioclimáticas como predictores, lo que resulta en áreas que son climáticamente adecuadas para el desarrollo de la especie. El mapa cuenta con una escala de idoneidad que va desde 0 a 1 (cero es inexistencia de condiciones adecuadas para la especie y 1 es presencia de condiciones óptimas). Posteriormente, se reclasificaron estos valores mediante el procedimiento estadístico de Método de Cuantiles Relativos (INEGI, 2010), para obtener las regiones de clases de idoneidad ambiental de potencial Bajo, Media y Alta. Entendiéndose por “Alta” aquellas áreas donde existen las mejores condiciones climáticas para la especie. De acuerdo con lo señalado por los modelos de distribución, las mejores condiciones climáticas para el establecimiento del *Agave salmiana* Otto., se encuentran en zonas de bajíos y llanuras, además de lomeríos en Durango, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Querétaro, Cd. de México, México, Morelos, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas.

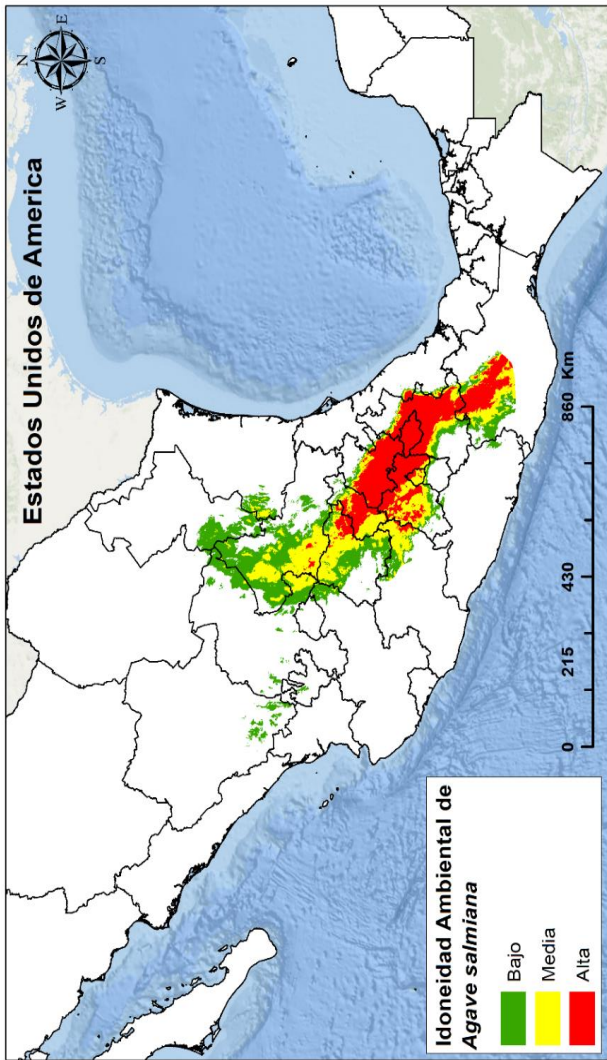


Figura 4. Clases de idoneidad ambiental para *Agave salmiana* Otto., generadas a partir de modelos de distribución potencial.

7. CONCLUSIONES

- La aplicación de mejores prácticas tiene la finalidad de mejorar las condiciones de manejo y aprovechamiento del *Agave salmiana* Otto., ya que han sido orientadas a obtener el máximo rendimiento mediante un sistema de manejo sustentable.
- El *Agave salmiana* Otto., se considera una especie de gran relevancia para combatir la desertificación en zonas de vegetación escasa o tierras de cultivo abandonadas, además de fungir como refugio para otras especies.
- Las ecuaciones alométricas de biomasa de *Agave salmiana* Otto., generadas en el estado, constituyen una herramienta útil para estimar con precisión la biomasa verde de la especie en las autorizaciones de aprovechamiento, asegurando un menor sesgo en las estimaciones totales.
- El mapa de distribución potencial del *Agave salmiana* Otto., presentado en este documento representa un esquema gráfico de áreas o regiones con diferente grado de potencial productivo, para el establecimiento de áreas de conservación y programas de reforestación de la especie.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Berlanga R., C. A., L. A. González L. y H. Franco L. 1992a. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Campo Experimental "La Sauceda". CIRNE. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 1. Saltillo, Coahuila, México. 22 p.
- Campos, H., C. Trejo, C. B. Peña-Valdivia, R. García-Nava, F. V. Conde-Martínez, M. R. Cruz-Ortega. 2014. Photosynthetic acclimation to drought stress in *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck seedlings is largely dependent on thermal dissipation and enhanced electron flux to photosystem I. *Photosynth Research* 122: 23-39.
- Castillo Q., D. y A. Cano P. 2006. Establecimiento y manejo de plantaciones comerciales de agave para la extracción de aguamiel en el sureste de Coahuila. Desplegable para productores Núm. 6. INIFAP/CIRNE/F. 46 p.
- Castillo Q., D., C. A. Berlanga R. y A. Cano P. 2005. Establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla. Campo Experimental, CIR-NORESTE. INIFAP. Desplegable para productores Núm. 2. 2 p.
- Colpos, 2012. Identificación taxonómica de agaves (*Agave* spp.) utilizados para la elaboración del licor comiteco en Chiapas, México. *Agroproductividad* 5(4): 1-48.
- Gadow, K. and Hui, G. 1999. *Modelling forest development* (Vol. 57). Springer Science & Business Media.
- García M., A. J. 2007. Los agaves de México. *Revista Ciencias*, 87: 14-23.
- INEGI, 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía; Nota técnica univariada. 17 p.
- Leal-Nares, O., M. E. Mendoza, D. Pérez, D. Geneletti, E. López y E. Carranza. 2012. Distribución potencial del *Pinus martinezii*: un modelo espacial basado en conocimiento ecológico y análisis multicriterio. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 1152-1170.
- LGDFS. 2021. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 26-04-2021.
- López B. L. A. 2005. El sotol en Coahuila, potencialidades y limitaciones. Capítulo 3. In: Contreras D., C. e I. Ortega R. 2005. *Bebidas y Regiones: Historia e impacto de la cultura etílica en México*. Plaza y Valdés, S.A de C.V. 200p.

- López B. L. A. 2005. El sotol en Coahuila, potencialidades y limitaciones. Capítulo 3. In: Contreras D., C. e I. Ortega R. 2005. Bebidas y Regiones: Historia e impacto de la cultura etílica en México. Plaza y Valdés, S.A de C.V. 200p.
- Madrigal Collazo, A. 1994. Ordenación de montes arbolados.
- Martínez S., M. 2005. Indicadores de índice de sustentabilidad para especies sujetas a aprovechamiento comercial: el caso de ecosistemas forestales. Tesis de Doctorado. Programa de Estudios de Posgrado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B. C. S. México. 95 p.
- Martínez S., M., D. E. Hermosillo R., A. S. Mojica G. y J. A. Prieto A. 2015. Potencial productivo y zonificación para el uso y manejo de especies forestales de zonas áridas. Centro de Investigación Regional Norte-Centro, Sitio Experimental La Campana-Aldama. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Primera edición. Aldama, Chihuahua, México. 101 p.
- Morales C., N., J. C. Ledesma M., R. Ruiz G., C. Gallegos V., G. Esparza F. y F. J. Macías R. 2002. Aprovechamiento racional del agave (*Agave salmiana*) en San Martín, Pinos, Zacatecas. Revista de Geografía Agrícola 32: 75-94.
- Narváez S., A. U., T. Martínez S. y M. A. Jiménez V. 2016. El cultivo de agave pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales de altiplano mexicano. Revista de Geografía Agrícola, 56: 33-44.
- Nieto A., R., J. Vargas M., J. C. Nieto A., A. Rodríguez O., V. M. Jiménez P., J. Hernández C. y M. Ortiz B. 2016. El cultivo del agave pulquero (*Agave salmiana*) en el valle del Mezquital. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. 55 p.
- Nobel, P. S. 1998. Los incomparables Agaves and cactos. Trillas. México. 211 p.
- Pérez R., A., A. Rodríguez O., J. C. Nieto A., J. Callejas H. y L. Portillo M. 2017. Comparación de dos sistemas de siembra de agave (*Agave salmiana*). Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. 71 p.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapired. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190: 231-259.

RLGDFS. 2020 reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 09-12-2020.

SAS Institute. 2009. SAS Proprietary Software Version 9.3. SAS Institute, Cary, NC.

9. GLOSARIO

Ecuación alométrica. Fórmula matemática que representa la relación entre la biomasa y el diámetro o la altura de la planta y permite realizar predicciones con bajos requerimientos de datos.

Especie. Unidad básica de clasificación de los organismos; incluye a todos los individuos que se parecen entre sí más que a otros y que producen descendencia fértil.

Manejo forestal sustentable. Es el proceso que comprende el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación, el cultivo, la protección, la conservación, la restauración y el aprovechamiento de los recursos y servicios ambientales de un ecosistema forestal, considerando los principios ecológicos, respetando la integralidad funcional e interdependencia de recursos y sin que disminuya o ponga en riesgo la capacidad productiva de los ecosistemas y recursos existentes en la misma.

Norma Oficial Mexicana. La regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Regeneración. Capacidad natural del bosque para reproducirse o capacidad de un organismo vivo para recuperar por sí mismo sus partes pérdidas o dañadas.

Rodalización. Proceso que consiste básicamente en definir los rodales que tiene en un área, entendiendo como rodal el espacio continuo en el que la disposición de la vegetación dominante responde a unas mismas características en cuanto a su grado de cubierta, composición específica, regularidad, tamaño de los individuos, densidad y patrón de distribución de estos caracteres.

Tresbolillo. Al tresbolillo, a tresbolillo o tresbolillo, es un sistema de plantación en que cada tres plantas forman un triángulo equilátero y que, como otros sistemas análogos, pueden trazarse sobre el terreno por medio

10. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal.
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
ITES	Instituto Tecnológico de El Salto.
LFPA	Ley Federal de Procedimiento Administrativo.
LGDFS	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
LGVS	Ley General de Vida Silvestre.
NOMs 	Normas.
RLGDFS	Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
UACH	Universidad Autónoma de Chihuahua.
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León.
UJED	Universidad Juárez del Estado de Durango.



Fondo
CONACYT
CONAFOR

**Fondo Sectorial para la
Investigación, el Desarrollo y la
Innovación Tecnológica Forestal**



CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología