



Fondo
CONACYT
CONAFOR



UJED
Universidad Juárez
del Estado de Durango



CONAFOR

CONACYT
Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología



iniap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**Mejores prácticas de manejo y ecuaciones
alométricas de biomasa de *Nolina cespitifera*
Trel., en los estados de Coahuila, Nuevo
León y Zacatecas**



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 *Nolina cespitifera* Trel., en los estados de Coahuila, Nuevo León y 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 interés comercial, por ser pioneras en el sustento de las familias que habitan en estas regiones y realizan su aprovechamiento como una de las fuentes para mejorar su ingreso familiar. En este documento se hace referencia a la especie *Nolina cespitifera* Trel. (Cortadillo) por poseer propiedades de resistencia y maleabilidad en su principal producto conocido como ixtle (fibra). Dicho producto forestal no maderable representa el principal interés económico para empresas comercializadoras.

Dependencias gubernamentales como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), 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 *Nolina cespitifera* Trel., en los estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas”, con el fin de que se utilice como una

herramienta técnica de apoyo para los técnicos y productores de zonas áridas, promoviendo su aprovechamiento con el mínimo impacto ambiental en zonas donde habita la especie. Al mismo tiempo se busca aprovechar el máximo potencial productivo (dadas las condiciones medioambientales), favoreciendo las condiciones de vida de los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, 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 aviso el de aprovechamiento forestal no maderable de <i>Nolina cespitifera</i> Trel.....	8
2.2. Leyes y normas.....	10
3. INVENTARIO FORESTAL CON FINES DE MANEJO	16
3.1. Técnicas de muestreo para la evaluación de las poblaciones naturales de la especie.....	16
4. MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO	20
4.1. Mejoras en las técnicas de aprovechamiento, extracción y beneficio del producto final	20
4.2. Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales	21
5. ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA	24
5.1. Ecuaciones por estado	28
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

El cortadillo es un recurso de suma importancia económica para los productores de las zonas áridas y semiáridas del noreste del país, principalmente para la región sur y centro del estado de Coahuila, la región sur de Nuevo León y el norte de Zacatecas (Castillo y Cano, 2005). En la actualidad la región sur del estado de Coahuila es la de mayor importancia en relación a las áreas de distribución, aprovechamiento y comercialización de la fibra de cortadillo donde este tiene fuertes repercusiones socioeconómicas. Su aprovechamiento representa la fuente principal de ingresos económicos para aproximadamente 3,000 familias campesinas de 37 predios en los Municipios de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente; su aprovechamiento se efectúa en una superficie aproximada a las 10,000 ha. De esta especie se obtiene una fibra dura de alta resistencia utilizada en la fabricación de rodillos y discos para barredoras mecánicas, núcleos de cartuchos explosivos, es empleada como materia prima combinada con sorgo escobero, en la fabricación de escobas, escobillas y cepillos. También se utiliza para la construcción de muebles rústicos en sustitución del ratán (Castillo y Sáenz, 1993; SEMARNAT, 2003; Castillo y Cano, 2005). La fibra también se emplea en la elaboración de cestos, sombreros, abanicos, mecate, y cordelería, es una especie que también tiene potencialidad para la obtención de celulosa en la fabricación de papel, plásticos y fibras sintéticas y la obtención de sapogeninas esteroidales de su semilla que han sido utilizados en la medicina y perfumería (Castillo *et al.*, 2004).

El aprovechamiento de la planta de cortadillo se ha realizado en forma intensiva y sin ningún régimen de manejo, esta acción, ha propiciado el deterioro de su área de distribución natural y consecuentemente, una disminución gradual en la densidad de las poblaciones naturales, que además es causado, por la baja regeneración (Castillo *et al.*, 2015). Además, se suman factores, tales como, las sequías prolongadas, las prácticas intensivas de pastoreo y no contar con una época establecida para la recolección de la planta, situación que han propiciado que se agudice el problema de regeneración (Castillo y Cano, 2005; Castillo y Sáenz, 2005; Castillo *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2012). Para efectuar el aprovechamiento de este recurso, el dueño o poseedor del predio, debe presentar el aviso por escrito, ante la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la entidad federativa competente, misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años.

2. LEGISLACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL DE LA ESPECIE

2.1. Procedimientos legales para el aviso de aprovechamiento forestal no maderable de *Nolina cespitifera* Trel.

De acuerdo con el artículo 84 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2021), y el artículo 71 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS, 2020), este recurso forestal no maderable requiere de un aviso 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 de la autorización en materia de impacto ambiental. El procedimiento y requisitos para la obtención del código de identificación para el aprovechamiento de *Nolina cespitifera* Trel., se muestran en la Figura 1.

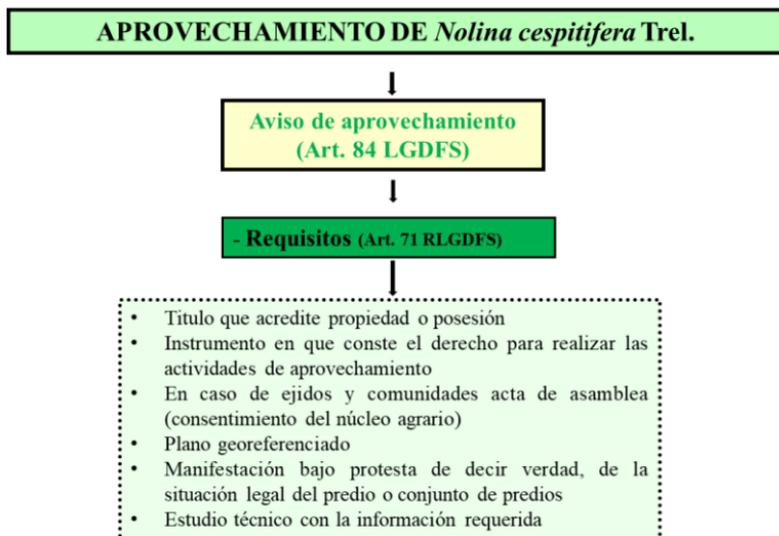


Figura 1. Requisitos que debe contener el aviso de aprovechamiento de *Nolina cespitifera* Trel., en México.

2.2. Leyes y normas

Leyes vigentes

La legislación vigente que se describe a continuación regula el aprovechamiento de *Nolina cespitifera* Trel.

Leyes y Reglamentos	Artículos
<p>Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 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) 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 organización económica y social para el aprovechamiento de las tierras de uso común.</p>	<p>9, 10, 73, 116 y 119.</p>

Leyes y Reglamentos	Artículos
<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

La Norma Oficial Mexicana vigente que se describe a continuación regula el aprovechamiento de *Nolina cespitifera* Trel.

Norma Oficial Mexicana **NOM-007-SEMARNAT-1997** que especifica los procedimientos y criterios para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003.

Apartado	Especificaciones
Aprovechamiento	<p>Para realizar el aprovechamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas, 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 de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas, 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, identificándolas, por el tamaño y las características vegetativas de cada especie.

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 que lleguen a su madurez reproductiva y propiciar la regeneración por semilla.</p> <p>III. Para el aprovechamiento de ramas, la intensidad de las podas deberá ser de acuerdo a las características vegetativas y de regeneración de cada especie, no debiendo rebasar las dos terceras partes de la longitud de la parte ramificada de cada planta;</p>
Del 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</p>

Apartado	Especificaciones
	salidas del producto durante el trimestre inmediato anterior.
Transporte	El transporte de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas, desde el predio a 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.

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

Para el inventario de *Nolina cespitifera* Trel., 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.

Por múltiples circunstancias, las técnicas de muestreo de *Nolina cespitifera* Trel., difieren entre estados, utilizándose principalmente el muestreo sistemático con una malla de puntos equidistantes a nivel predial o de unidad mínima de manejo y el muestreo con cuadrantes del punto central (Berlanga *et al.*, 1992).

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 *Nolina cespitifera* Trel.:

- 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 y Hui, 1999).
 4. **Tamaño de los sitios expresados en metros cuadrados.** Las dimensiones de los sitios circulares recomendadas son 500 m² (radio = 12.6157 m) o de 1000 m² (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 factores como; 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 (D_{NS} , cm) y Diámetro de cobertura Este-Oeste (D_{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 *Nolina cespitifera* Trel., en los estados de Coahuila, Nuevo León y 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 son formuladas por el 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, extracción y beneficio del producto final

El aprovechamiento de cortadillo requiere de un aviso para su aprovechamiento, sin embargo, la permanencia de la especie se ve afectada, esto debido a que la planta no alcanza su crecimiento máximo en el turno actualmente utilizado (menor a 18 meses). Con base a lo anterior se propone que el corte de hojas no sea a menos de 20 cm sobre la base y que no se afecte el meristemo apical o de crecimiento de las plantas maduras cosechadas, para promover la recuperación de la densidad y biomasa dentro de la superficie aprovechada. Por otro lado, es recomendable no cortar las plantas que se encuentren en esta etapa o cortar solo en un porcentaje del 80% actualmente autorizado y cuidando no dañar la inflorescencia, de manera

que se promueva la maduración y dispersión de semilla y por lo tanto la regeneración natural, además de que esta práctica permitirá el abasto de semilla para producción de planta en caso de planear reforestaciones forestales de cortadillo.

4.2. Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales

Para el establecimiento de reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales de *Nolina cespitifera* Trel., se ha realizado una serie de recomendaciones prácticas que aseguran un mejor resultado de las mismas y que pueden ser aplicadas en cualquier condición favorable de la especie (Castillo *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2012), por lo que, se recomienda su uso, seguimiento y aplicación de acuerdo con los mapas de distribución potencial mostrados en el presente documento, que indican los lugares con mayor idoneidad climática para el desarrollo de la especie. Estos lugares poseen suelos regularmente poco profundos, lomeríos pedregosos con pendientes suaves o bien suelos planos ligeramente pedregosos con buenas condiciones de drenaje y libres de salinidad. Los pasos a seguir para la reforestación con fines de enriquecimiento de rodales de *Nolina cespitifera* Trel., se describen a continuación:

- 1. Colecta de semilla.** Se deben hacer recorridos en campo durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre para detectar las áreas de mayor fructificación y poder realizar la colecta durante los meses de octubre, noviembre y diciembre (Castillo y Sáenz, 1993). Se recomienda hacer la colecta a finales del otoño para evitar que esta se desprenda de la planta y caiga al suelo. Un buen indicador para determinar la madurez óptima de la

semilla, es cuando esta haya tornado a un color café oscuro y se desprenda con facilidad de su inflorescencia. Cuando la semilla presente este aspecto, se realiza la colecta, se deposita en bolsas de papel y se almacena en un lugar seco.

2. **Siembra.** Se recomienda la siembra durante el verano e inicio del otoño (agosto-octubre); para asegurar el 46 y 50% de germinación en estos meses, y de 41 a 45% en marzo y abril. La siembra se debe realizar preferentemente en almácigos, con un sustrato rico en materia orgánica, y con muy buena infiltración. La frecuencia del riego la determinarán las condiciones climáticas del área de la reforestación. Se recomienda realizarlo por goteo para evitar que la semilla se salga del sustrato.
3. **Trasplante.** Generalmente se realiza cuando la planta ha alcanzado los cinco centímetros de altura. Se deben utilizar envases de 10x20 cm y sustrato rico en materia orgánica. El trasplante debe hacerse preferentemente en días con alta humedad relativa o en lugares que estén protegidos de la luz directa del sol. El almácigo debe estar húmedo para evitar el daño a la raíz de la plántula (Castillo y Cano, 2005).
4. **Manejo de la planta en vivero.** Se deben realizar revisiones periódicas para eliminar la maleza presente, así como los individuos que muestren indicios de plaga o agentes patógenos. La planta debe permanecer en vivero al menos de un año y medio a dos años antes de su reforestación (Castillo y Cano, 2005).
5. **Selección del sitio para la reforestación.** Se deben considerar prioritarias aquellas áreas en donde antes o

actualmente se han encontrado poblaciones naturales de la especie. Para disminuir las distancias de traslados, el tiempo de colecta y los costos de producción en general, las reforestaciones siempre deben establecerse en áreas cercanas y accesibles a las comunidades ejidales.

- 6. Preparación del sitio.** Se debe iniciar con el trazo de las curvas a nivel, con el fin de construir sobre ellas las cepas de las plantas y también para homogenizar los escurrimientos del terreno. Las cepas deben estar a una distancia de 2 metros entre plantas y de 1.73 metros entre líneas, con un diseño de plantación tipo “tresbolillo” para lograr una mayor captación de agua. Los perímetros de la reforestación siempre deben contar con un cercado que evite el acceso del ganado, de liebres y otro tipo de fauna que pudiera dañar a la planta (Castillo y Cano, 2005).
- 7. Reforestación.** Se recomienda establecer la reforestación después de las primeras lluvias de verano, entre los meses de julio y agosto, para que el suelo tenga las condiciones óptimas de humedad (Castillo, 1994). La planta debe ser trasladada del vivero, con suficiente humedad en el sustrato y cubierta con una lona para evitar la exposición directa al sol. Algunas labores complementarias a la plantación son: la reposición de plantas muertas o dañadas, rehabilitación de microcuencas, control de plagas y enfermedades, mantenimiento del cercado, entre otras que pudieran presentarse de forma particular en cada sitio.

5. ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA

Los modelos de predicción presentados en este documento son ecuaciones alométricas que proporcionan estimaciones fiables de biomasa de *Nolina cespitifera* Trel. 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 por estado (un total de 450 individuos por los tres estados), 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 midió la altura total (H, cm) y el diámetro de la cobertura (DC, cm). Una vez extraída la planta, se separó solo la hoja verde, se pesó utilizando una báscula con una precisión de ± 1 g (ver Figuras 2 y 3).

Para el desarrollo de la ecuación 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 seleccionó el mejor modelo en peso verde de la hoja verde.



Figura 2. Muestreo realizado en el estado de Nuevo León. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Extracción de la planta, D) Separación de las hojas, E) Peso y etiquetado de las hojas.

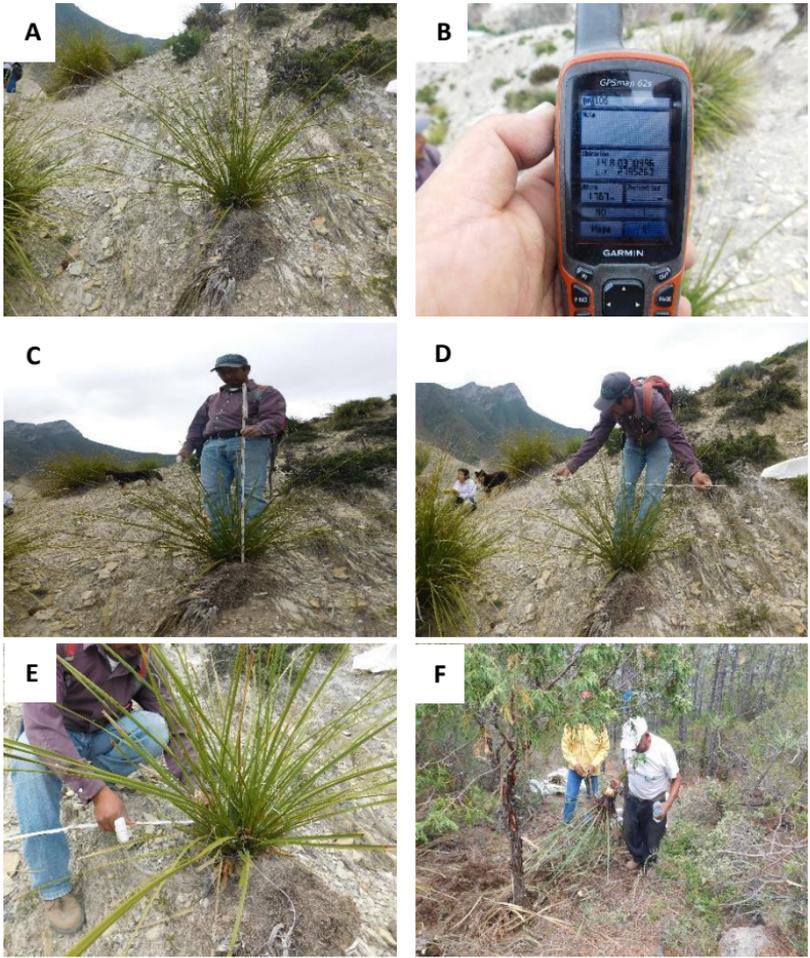


Figura 3. Muestreo realizado en el estado de Coahuila y Zacatecas. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Medición de altura, D y E) Medición de cobertura y F) Extracción de la planta.

5.1. Ecuaciones por estado

Para el estado de Coahuila

En el Cuadro 1 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables mediadas y el componente de hoja verde, de los individuos muestreados para desarrollar la ecuación alométrica para la estimación de la biomasa de la hoja verde de la planta en el estado de Coahuila. En la Figura 4, 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 *Nolina cespitifera* Trel., colectada en el estado de Coahuila

Variable	No. Obs	Media	Std	Min.	Max.
<i>DC (cm)</i>	150	81.0	36.6	7.0	190.0
<i>H (cm)</i>	150	99.8	23.4	41.0	160.0
<i>Hoja verde (kg)</i>	150	0.708	0.644	0.005	3.950

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

La expresión matemática, la estimación de los parámetros y los estadísticos de ajuste de la ecuación alométrica de la hoja verde de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Coahuila se muestra en los Cuadros 2 y 3.

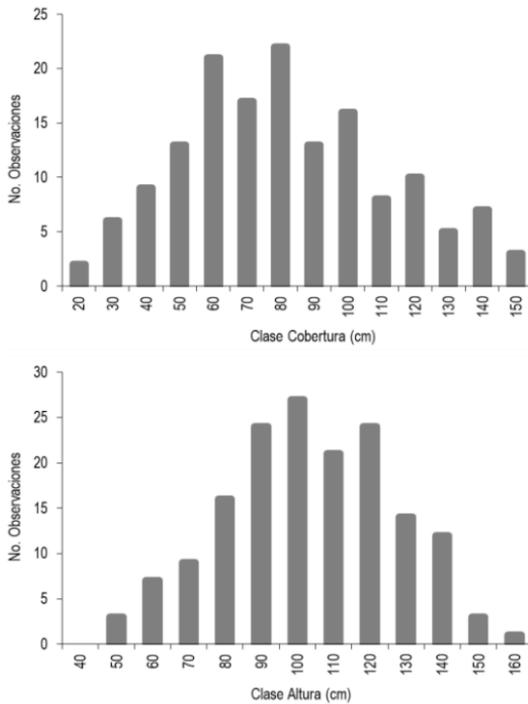


Figura 4. Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado de Coahuila.

Cuadro 2. Ecuación alométrica desarrollada para la estimación del peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Coahuila.

Componente	Modelo	No.
Hoja verde	$W_l = \exp (b_0 + b_1 \ln(DC * H))$	(1)

Dónde: W_l = 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), \exp = exponente, \ln =logaritmo natural, H =altura total de cada planta (cm).

Cuadro 3. Estimación de los parámetros, contrastes de significación aproximados, y estadísticos de bondad de ajuste para la ecuación alométrica desarrollada para la estimación de peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Coahuila.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar aprox.	t	Prob.	
					Aprox.	R ²
Hoja verde	b ₀	-9.90636	1.1382	-8.7	<.0001	0.62
	b ₁	0.998092	0.1232	8.1	<.0001	0.1531

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

Para el estado de Nuevo León.

En el Cuadro 4 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables medidas y componente de la hoja verde de los individuos muestreados para desarrollar la ecuación alométrica para la estimación de la biomasa de la hoja verde de la planta en el estado de Nuevo León. En la Figura 5, se muestra la distribución de las dimensiones de la cobertura y la altura de las plantas muestreadas.

Cuadro 4. Resumen descriptivo de la muestra de *Nolina cespitifera* Trel., colectada en el estado de Nuevo León.

Variable	No. Obs	Media	Std	Min.	Max.
<i>DC (cm)</i>	150	50.4570313	22.558064	12.5	140
<i>H (cm)</i>	150	75.6484375	18.8393916	42	119
<i>Hoja verde (kg)</i>	150	0.1347109	0.0971823	0.034	0.668

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

La expresión matemática, la estimación de los parámetros y los estadísticos de ajuste de la ecuación alométrica de la hoja verde de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Nuevo León se muestra en los Cuadros 5 y 6.

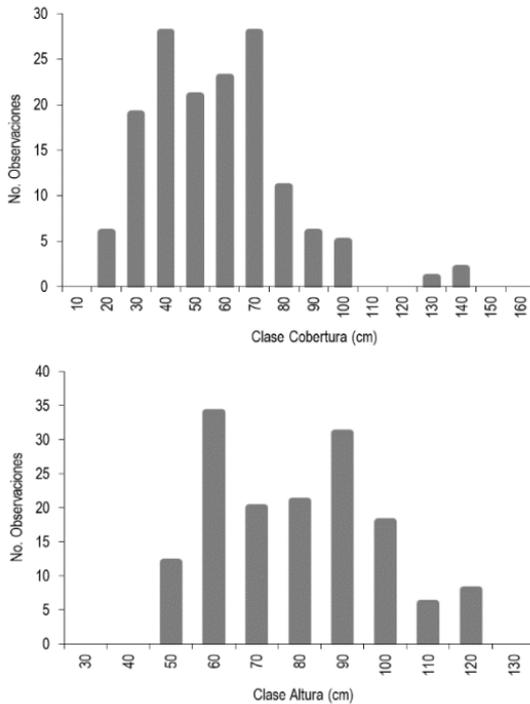


Figura 5. Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado de Nuevo León.

Cuadro 5. Ecuación alométrica desarrollada para la estimación del peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Nuevo León.

Componente	Modelo	No.
Hoja verde	$W_l = b_0 DC^2 + b_1 H$	(1)

Dónde: W_l = 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).

Cuadro 6. Estimación de los parámetros, contrastes de significación aproximados, y estadísticos de bondad de ajuste para la ecuación alométrica desarrollada para la estimación de peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Nuevo León.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar aprox.	t	Prob. > t	R ² Aprox	REMC (kg)
Hoja verde	b ₀	0.000024	0.0282	13	<.0001	0.70	0.0531
	b ₁	-0.0027	1.83E-06	-6.4	<.0001		

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

Para el estado de Zacatecas.

En el Cuadro 7 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables mediadas y del componente de hoja verde de los individuos muestreados para desarrollar la ecuación alométrica para la estimación de la biomasa de la hoja verde de la planta en el estado de Zacatecas. En la Figura 6, se muestra la distribución de las dimensiones de la cobertura y la altura de las plantas muestreadas.

Cuadro 7. Resumen descriptivo de la muestra de *Nolina cespitifera* Trel., colectada en el estado de Zacatecas.

Variable	No. Obs	Media	Std	Min.	Max.
<i>D (cm)</i>	150	50.0	21.7	12.0	125.0
<i>H (cm)</i>	150	84.5	20.3	39.0	174.0
<i>Hoja verde (kg)</i>	150	0.633	0.752	0.030	4.915

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

La expresión matemática, la estimación de los parámetros y los estadísticos de ajuste de la ecuación alométrica desarrollada para la estimación de peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Zacatecas se muestra en los Cuadros 8 y 9.

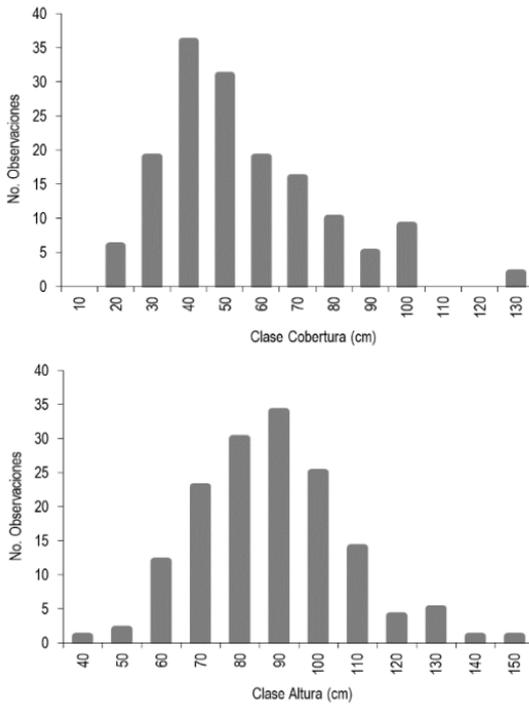


Figura 6. Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado de Zacatecas.

Cuadro 8. Ecuación alométrica desarrollada para la estimación del peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Zacatecas.

Componente	Modelo	No.
Hoja verde	$W_l = b_0 + b_1 DC^2 * H$	(1)

Dónde: W_l = 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).

Cuadro 9. Estimación de los parámetros, contrastes de significación aproximados, y estadísticos de bondad de ajuste para la ecuación alométrica desarrollada para la estimación de peso verde de la hoja de *Nolina cespitifera* Trel., para el estado de Zacatecas.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar	t	Prob.	
					Aprox. R^2	REMC (kg)
Hoja verde	b_0	-0.4081	0.0723	-5.7	<.0001	0.60
	b_1	0.018497	0.00133	13.9	<.0001	

t = estadístico de t de Student; R^2 = Coeficiente de determinación; REMC = Raíz del Error Medio Cuadrático.

Ejemplo práctico de la aplicación de las ecuaciones alométricas:

Para estimar la biomasa de la hoja verde de la *Nolina cespitifera* Trel., en el estado de Nuevo León, sería como se explica a continuación. Supongamos que una planta de cortadillo tiene una altura total (H) de 80 cm y una cobertura (DC) de 50 cm; y si quisiéramos saber la biomasa verde de la hoja, se aplicaría la ecuación del componente de hoja verde (ecuación 1, del Cuadro 5), como se muestra a continuación:

Información dasométrica: $H=80\text{ cm}$; $DC=50\text{ cm}$

Ecuación para estimar la biomasa verde de la hoja:

$W_l = b_0DC^2 + b_1H$, se sustituyen las variables con los valores del Cuadro 6 para el caso del estado de Nuevo León;

$$W_l = 0.000024(50^2) + (-0.0027(80))$$

$W_c = 5.92\text{ kg}$; de biomasa de la hoja verde dadas esas condiciones de la planta.

En el Cuadro 10 se muestra los predios por estado donde se llevó a cabo el muestreo.

Cuadro 10. Municipios y predios en donde se llevó a cabo el muestreo en los estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas.

Estado	Municipio	Predio
Coahuila	Arteaga	Nuncio
		El Diamante
	Parras	Tanque Nuevo
		Llano de Sombretillo
		La Hedionda
	Saltillo	El Cercado
Los Ángeles		
Buñuelos		
Nuevo León	Doctor Arroyo	El Refugio de Cedillo
	Galeana	El Cristal
Zacatecas	Concepción del Oro	Los Encinos
	El Salvador	Matehuapil
	Mazapil	Tanque Nuevo
		Cuitláhuac

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 *Nolina cespitifera* Trel. 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 7 muestra el mapa del área de distribución potencial de *Nolina cespitifera* Trel., 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.

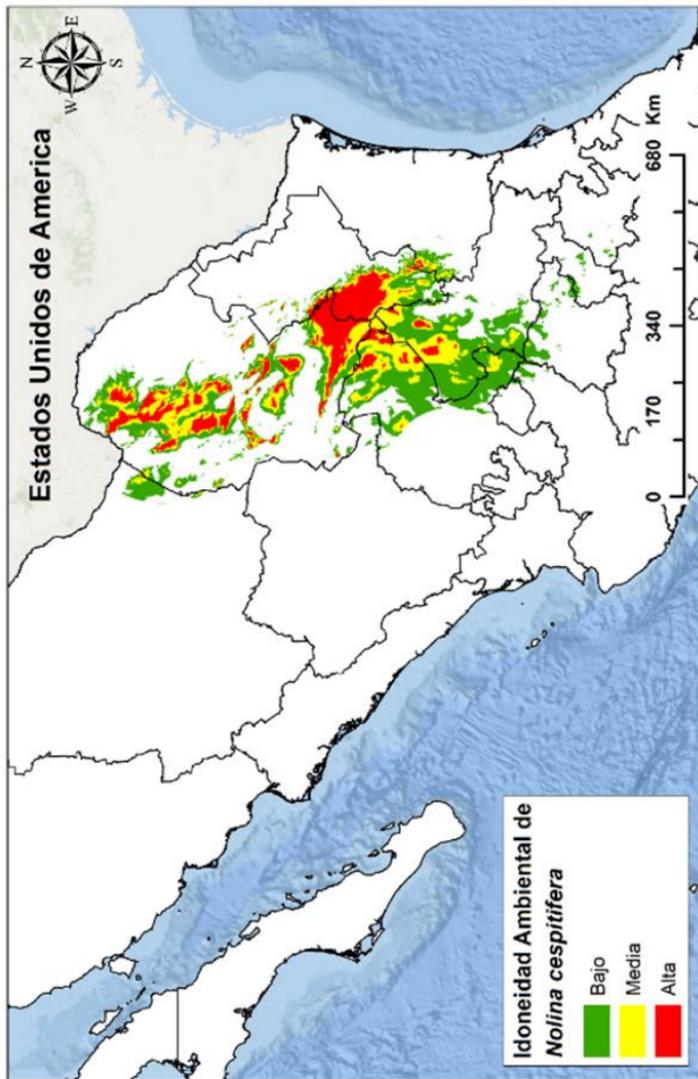


Figura 7. Clases de idoneidad ambiental para *Nolina cespitifera* Trel., generadas a partir de modelos de distribución potencial.

7. CONCLUSIONES

El manejo inapropiado *Nolina cespitifera* Trel., ha provocado la disminución en la densidad poblacional y una baja regeneración natural, por lo que es importante generar normatividad oficial que permita proponer estudios técnicos de las poblaciones naturales de la especie que sean adoptados por los recolectores de la fibra, y por otro lado se hace necesario el establecimiento de reforestaciones que permitan la protección de sus poblaciones naturales y que se asegure el abastecimiento de la materia prima (fibra). De igual manera, se recomienda reducir la capacidad de carga en los agostaderos y el establecimiento de áreas de exclusión en lugares que están dedicados al aprovechamiento de cortadillo, para promover la regeneración natural de la especie.

Las ecuaciones alométricas de biomasa de *Nolina cespitifera* Trel., generadas por estado, constituyen una herramienta útil para estimar con precisión la biomasa verde de la especie en los estudios técnicos, asegurando un menor sesgo en las estimaciones totales.

El mapa de distribución potencial del *Nolina cespitifera* Trel., 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.

- Amador R., M. A., R. Velásquez V. y B. Sánchez T. 2012. Efecto de la temperatura en la germinación de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Producción Agrícola- Agrofaz 12 (4): 63-66.
- Castillo Q., D. y A. Cano P. 2005. Guía técnica para el establecimiento de plantaciones de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para la producción de fibras duras en el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 16. Coahuila, México. 23 p.
- Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 1993. Aspectos ecológicos del cortadillo *Nolina* sp. en el sur de Saltillo, General de Cepeda y Parras de la Fuente, Coahuila. Campo Experimental La Saucedá. Centro de Investigación del Noreste. INIFAP. Folleto Técnico No. 4. 17 p.
- Castillo Q., D., A. Antonio B., D. Y. Ávila F., J. T. Sáenz R. y F. Castillo R. 2018. Tratamientos químicos y biológicos para estimular la germinación en semillas de *Nolina cespitifera* Trel. *Polibotánica* 45(11): 147-156.
- Castillo Q., D., D. Y. Avila F., F. Castillo R., A. Antonio B. y O. U. Martínez B. 2015. *Nolina cespitifera* Trel. Recurso forestal no maderable de importancia económica y social del noreste de México. *Interciencia* 40(9): 611-617.
- Castillo Q., D., J. T. Sáenz R. y E. E. Villavicencio G. 2004. Análisis dimensional de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para el estado de Coahuila. In: Memorias del IV Simposio Internacional sobre *Agavaceae* y *Nolinaceae*. Los agaves de importancia económica en México. 43 p.
- Castillo Q., D., J. T. Sáenz R., L. M. Torres E. y D. Sánchez A. 2009. Tablas de producción para el inventario de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el sureste de Coahuila. *Revista Ciencia Forestal en México* 34(105): 159-174.
- Hernández-Ramos, A., A. Cano-Pineda, C. Flores-López y J. Hernández-Ramos. 2017. Comparación de los estimadores de dos métodos de muestreo en poblaciones naturales de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc). *Rev. Mitigación del Daño Ambiental, Agroalimentario y Forestal de México*, 3(3): 75-84.3
- 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.
- Martínez B., O. U. y D. Castillo Q. 2007. Identificación de sitios para plantaciones de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en el sureste de Coahuila. Campo Experimental Saltillo. CIRNE. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 34. Saltillo, Coahuila, México. 38 p.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapired. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1991b. Época de siembra del cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Informe Técnico. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental "La Saucedá". Saltillo, Coah.
- Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el Estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 3. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental "La Saucedá". Saltillo, Coah. 13 p.
- SEMARNAT. 2003. Manual que establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Árido y Semiárido. 107 p. [Fecha de consulta: 29 de octubre del 2018]. Disponible en: http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/Manual_Clima_arido.pdf.
- Torres E., L. M., D. Castillo Q. y J. A. Prieto R. 2012. Metodología para el establecimiento y manejo de unidades productoras de germoplasma de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.). *En: Memoria de la VII Reunión Nacional de Innovación Forestal*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Querétaro, México. 159 p.
- Gadow, K. and Hui, G. 1999. *Modelling forest development* (Vol. 57). Springer Science & Business Media.
- LGDFS. 2021. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 26-04-2021.
- RLGDFS. 2020 reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 09-12-2020.

- Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1991a. Efecto de corte en la recuperación del cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Informe Técnico. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental "La Saucedá". Saltillo, Coah.
- 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 Saucedá". CIRNE. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 1. Saltillo, Coahuila, México. 22 p.
- Madrigal Collazo, A. 1994. Ordenación de montes arbolados.
- Castillo Q., D. 1994. Determinación del turno técnico de cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel. En: Memoria Primer Simposio Internacional sobre Agavaceae Instituto de Biología UNAM. México, D. F. 51 p.
- Castillo Q., D. 1994. Época y sistemas de plantación de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Avances de Investigación. Campo Experimental Saltillo. CIRNE-INIFAP. Saltillo, Coah.
- 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.
- 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.

Ixtle. (Del náhuatl *ichtli* 'ixtle') es una fibra vegetal conocida por su resistencia, que ha sido usada en México desde tiempos antiguos, siendo parte fundamental de la economía y de la cultura mexicana a lo largo de los años.

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.

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