



Fondo  
**CONACYT**  
**CONAFOR**



**UJED**  
Universidad Juárez  
del Estado de Durango



**CONAFOR**



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



**inifap**  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

## Mejores prácticas de manejo y ecuaciones alométricas de biomasa de *Turnera diffusa* en los estados de Baja California Sur y Tamaulipas



## 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 Serrano<sup>1</sup>, M.C. Adrián Hernández Ramos<sup>2</sup>, Dr. Jorge Méndez González<sup>3</sup>, Dr. Martín Martínez Salvador<sup>4</sup>, Dr. Oscar Aguirre Calderón<sup>5</sup>, Dr. Benedicto Vargas Larreta<sup>6</sup> y Dr. José Javier Corral Rivas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), <sup>3</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y <sup>5</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), <sup>6</sup>Instituto 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 *Turnera diffusa* en los estados de Baja California Sur y Tamaulipas. 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 de *Turnera diffusa* (damiana) debido a que sus hojas se emplean para preparar bebidas de infusión, como saborizante de licores y tiene usos medicinales por lo que este 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 *Turnera diffusa* en los estados de Baja California Sur y Tamaulipas”, 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 el aviso del aprovechamiento forestal no maderable de la <i>Turnera diffusa</i> .....	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 .....	21
4.1.	Mejoras en las técnicas de aprovechamiento de la especie .....	21
4.2.	Mejoras en las técnicas de extracción y beneficio del producto final .....	22
4.3.	Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales .....	23
5.	ECUACIONES ALOMETRICAS DE BIOMASA .....	28
5.1.	Ecuaciones por estado .....	32
6.	MAPA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA ESPECIE .....	43
7.	CONCLUSIONES .....	46
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	47
9.	GLOSARIO .....	49
10.	SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	50

## 1. INTRODUCCIÓN

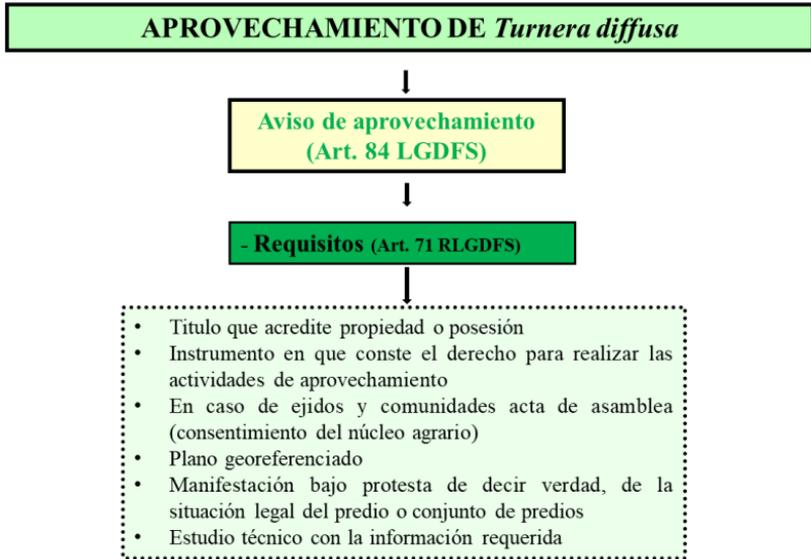
La especie *Turnera diffusa*, comúnmente llamada damiana, venadita o hierba del venado, es un producto que históricamente se ha aprovechado para comercializar sus hojas secas y de esta manera obtener un ingreso económico en las familias que habitan las zonas rurales, principalmente en el altiplano tamaulipeco, donde se desarrolla de manera natural bajo condiciones secas y semisecas. La damiana, es un arbusto de 0.3 a 2 m de altura muy ramificado cuyos tallos son ligeramente rojizos; hojas simples, pequeñas y arrugadas, alternas, aromáticas, oblongas o rómbico-ovadas, de 1 a 2 cm de largo, glabrescente en la cara superior, tomentosa a pilosa en la cara inferior, ápice obtuso o agudo, margen aserrado, base cuneada, con pecíolos sin glándulas, despiden un fuerte aroma cuando se estrujan; flores bisexuales actinomorfas, solitarias, axilares, de 2 a 12 mm de largo, son amarillas y parecen estrellas escondidas entre las ramas, sésiles cáliz sin sépalo, tubuloso o campanulado con 5 lóbulos delgados; corola con 5 pétalos, de color amarillo, obovados o espatulados, delgados; frutos tipo cápsulas de 4 a 5 mm de largo; semillas con arilo. Los usos con los que comúnmente se relaciona son como estimulante y afrodisíaco; laxante suave; tónico del sistema nervioso similar a la estriknina pero sin su potencial tóxico; actúa sobre los centros espinales estimulando la micción, erección y eyaculación; se emplea en disfunción eréctil masculina y frigidez femenina, en especial si se debe a causa psíquica; es también un antidepresivo potente según la dosis de consumo; se usa también como un ingrediente en el tradicional

bebida mexicana “margarita”. La producción que se obtiene actualmente depende exclusivamente de la recolecta de las hojas de plantas silvestres y su presencia está relacionada con precipitación pluvial, en consecuencia, hay variación en la disponibilidad de la materia prima (hojas) de un año a otro, lo que causa inestabilidad en la oferta. Lo anterior propicia un mercado insatisfecho en forma permanente, repercutiendo finalmente en las percepciones de los productores.

## 2. LEGISLACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL DE LA ESPECIE

### 2.1. Procedimientos legales para el aviso del aprovechamiento forestal no maderable de la *Turnera diffusa*

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 y fecha de la autorización en materia de impacto ambiental. El procedimiento y requisitos para la obtención del código de identificación para el aprovechamiento de *Turnera diffusa*, se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Requisitos que debe contener el aviso de aprovechamiento de *Turnera diffusa* en México.

## 2.2. Leyes y Normas

### Leyes vigentes

La legislación vigente que se describe a continuación regula el aprovechamiento de *Turnera diffusa*.

Leyes y Reglamentos	Artículos
<p><b>Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)</b>            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><b>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)</b>            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>
<p><b>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Reglamento de la LGDFS)</b></p>	<p>1, 2, 4, 12, 14, 18, 27, 30, 32, 33,</p>

<b>Leyes y Reglamentos</b>	<b>Artículos</b>
<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>34, 38, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 98, 141, 164, 165 y 166.</p>
<p><b>Ley General de Vida Silvestre (LGVS)</b>            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><b>Ley Agraria</b>            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>
<p><b>Ley Federal de Procedimiento Administrativo (LFPA).</b></p>	<p>1, 15, 15-A, 17-A, 19 y 43.</p>

Leyes y Reglamentos	Artículos
<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>	

## Normas vigentes

Las Normas Oficiales Mexicanas vigentes que se describen a continuación regula el aprovechamiento de la *Turnera diffusa*.

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.

Apartado	Especificaciones
	<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>
Aprovechamiento	<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"> <li data-bbox="433 1114 931 1375">I. Sólo se podrán aprovechar plantas en la etapa de madurez de cosecha, identificándolas, por el tamaño y las características vegetativas de cada especie.</li> </ol>

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 con 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>
Almacenamiento	<p>Los responsables de los centros de almacenamiento deberán:</p> <p>I. Solicitar la inscripción de estos 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</p>

Apartado	Especificaciones
	correspondiente, sobre las entradas y 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

Los estudios técnicos 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. Para el inventario de *Turnera diffusa*, 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 *Turnera diffusa*, 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 *Turnera diffusa*:

- 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  $500 \text{ m}^2$  (radio = 12.6157 m) o de

1000 m<sup>2</sup> (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 ( $D_{NS}$ , 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 se realizaron con base en el diagnóstico de cómo se aprovecha actualmente de manera sustentable la especie *Turnera diffusa*, en los estados de Baja California Sur y Tamaulipas 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”. Representan un planteamiento de 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

La precipitación en las regiones semiáridas cada vez es más escasa; buscando aprovechar de manera óptima y oportuna las pocas lluvias en el año, se propone la construcción de terrazas individuales en especies de la *Turnera diffusa* con la finalidad de retener humedad en cada planta. La construcción de terrazas individuales, tiene como objetivo captar agua de los escurrimientos superficiales para aumentar la humedad disponible para estas plantas. Esto permitirá retener humedad

en el suelo y por ende mejorar la condición para la regeneración natural de la *Turnera diffusa*.

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

La recolección de hojas de damiana (*Turnera diffusa*), se realiza mediante poda manual de las ramas con mayor follaje de la planta, las ramas se van almacenando en costales de plástico para evitar la caída de las hojas durante el transporte a los patios en las casas de los recolectores para su posterior secado y selección de hojas. El transporte se realiza cargando uno o dos costales al hombro, en carretilla o utilizando burros de carga. En el proceso de secado y depuración de ramas y ramillas para la obtención de las hojas de damiana, es necesario implementar sistemas o prácticas que permitan obtener mayor calidad en el producto final, es decir que las hojas no contengan impurezas como piedras, excrementos de fauna doméstica, entre otras. Para ello se propone el uso de lonas de vinilo (uso industrial). De manera tradicional el vareo de ramas y ramillas se realiza en el suelo (piso de concreto o piso de tierra). La idea es utilizar las lonas industriales con mayor resistencia tendidas sobre el suelo a fin de disminuir la contaminación con tierra y piedras. Además de esta práctica es recomendable establecer áreas de secado donde se implemente un cerco perimetral para evitar la entrada de mascotas.

### 4.3. Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales

La *Turnera diffusa* es una planta silvestre en proceso de domesticación, por lo que es difícil coleccionar la semilla y cuando se llegan a obtener no germina en condiciones controladas. En este contexto, se recomienda el uso, seguimiento y aplicación de reforestación con fines de enriquecimiento de rodales, 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. Los pasos a seguir para la reforestación con fines de enriquecimiento de rodales de *Turnera diffusa* se describen a continuación:

- 1. Recolección de germoplasma de buena calidad:** El germoplasma debe ser recolectado en la misma región donde se establecerá la reforestación, para lo cual se debe contar con los permisos correspondientes por parte de la SEMARNAT. El germoplasma puede ser semilla (sexual) o esquejes o varetas (asexual) provenientes de las poblaciones con mayor abundancia, para no poner en riesgo la permanencia de la especie. Se han identificado dos épocas adecuadas para el enraizamiento de las estacas; una comprende de fines de noviembre a fines de diciembre y la otra de marzo a mayo, observándose que fuera de ellas, el enraizamiento disminuye considerablemente. Actualmente no se realiza reproducción de *Turnera diffusa* por semilla, debido a la dificultad para la colecta y al bajo porcentaje de germinación; por tal razón se

reproduce mediante varetas. Esta actividad se realiza cortando varetas de 15 cm de largo; las varetas se deshojan de los primeros 10 cm y se colocan en el encase con sustrato, dejando en la parte aérea 5 cm con hojas verdes.

2. **Producción de planta en vivero:** Se puede producir planta en envases de bolsa de polietileno de 13 x 25 cm, con sustrato natural, como tierra de monte mezclada con una pequeña cantidad de algún tipo de estiércol en proporción 4:1. También se pueden utilizar charolas de germinación de 200 cavidades, que se cubren con sustrato de peat moss, vermiculita y agrolita, para posteriormente trasplantarse al envase definitivo. Una vez establecida la planta en el vivero, se debe acondicionar un microclima a temperatura y humedad controladas, para lo cual se pueden crear micro túneles con plástico blanco calibre 400. Generalmente, a los 3 meses se considera una planta con enraizamiento bien definido, y apta para su plantación en el sitio definitivo (Vázquez, 1993).
3. **Mantenimiento de planta en vivero:** La planta permanece en el vivero de 60 a 95 días, para posteriormente ser transportadas al campo para su establecimiento final. Las actividades principales son el suministro de agua mediante riego y el monitoreo de la sanidad de las plantas por posibles presencias de hongos; se debe monitorear la temperatura (entre 26° y 32°), así como la humedad relativa que debe oscilar entre 65% y 75%. Además, se debe monitorear la

sanidad de la planta para prevenir daños por ataque de insectos o agentes externos. Otro aspecto importante es la nutrición de la planta; en caso de ser necesario se debe aplicar fertilizantes orgánicos o inorgánicos, según sea el objetivo para proveer de macro y microelementos. Los riegos se aplican dependiendo del contenido de humedad del suelo, generalmente la frecuencia es de tres días (Vázquez, 1993).

4. **Traslado de la planta al terreno:** Esta actividad es de suma importancia, debido a que, en la mayoría de las especies forestales, el transporte maltrata la planta, sobre todo en aquellas que tienen envases de bolsa de polietileno; normalmente se utilizan camiones con redilas que protejan la planta del aire. La *Turnera diffusa* es muy susceptible al estrés con el simple hecho de cambiarla de lugar, por tal motivo se recomienda que no se transporte grandes distancias. La época de reforestación es de marzo a fines de agosto; estas fechas dependerán de la producción de planta en vivero. No se recomienda plantar fuera de este periodo, ya que se ha observado un lento desarrollo de la planta; además, en este tiempo puede aprovecharse la época de lluvia que ocurre en la región en los meses de julio a septiembre, así como en el período invernal de diciembre a enero (Vázquez, 1993).
5. **Preparación del terreno para la reforestación:** En el área de distribución de damiana, se encuentran suelos de textura migajón-arenosa, con pH ligeramente alcalino, pobre en nitrógeno y en materia orgánica. Esta

planta presenta buena adaptación en terrenos recién abiertos al cultivo, pero no muestra un buen desarrollo en suelos de textura pesada (arcillosos) (Vázquez, 1993). Se recomienda realizar un barbecho para remover el suelo con el propósito de facilitar la penetración de las raíces al momento del trasplante. Generalmente un paso de rastra es suficiente, solo para desmenuzar los terrones formados con el barbecho y nivelación del terreno (Vázquez, 1993).

- 6. Instalación del sistema de riego:** Es recomendable establecer riego por goteo para un uso más eficiente del agua; debido a que son zonas con poca disponibilidad, se utiliza manguera con “spaguettis” de goteo en cada planta, de ser necesario se puede aplicar riegos con fertilizantes. Otra opción es usar cinta de riego de flujo turbulento y compensación de presión, colocada con el orificio hacia arriba para evitar que se tape, este optimiza el riego y el consumo de agua de la planta.
- 7. Establecimiento de la planta en el terreno:** Se trazan surcos a 1 m de distancia y se planta en el fondo del surco a una distancia de 90 cm, depositando la planta con todo y cepellón, procurando no dañar las raíces. Con lo anterior se obtiene una población de 11,100 plantas por hectárea. Es importante reponer individuos muertos, sobre todo en las primeras semanas del establecimiento, por lo que se debe contar en el vivero con excedentes para este propósito (Vázquez, 1993).
- 8. Mantenimiento de la reforestación:** Aplicación de labores culturales como podas, deshierbes, control de

malezas, plagas y enfermedades. El combate de malas hierbas se realiza en forma manual; la mayoría de las malezas se presentan durante la época de lluvias. Anualmente se pueden dar hasta tres deshierbes, uno durante la época de lluvias invernal, y dos durante el período de verano (Vázquez, 1993). Las plantas de damiana en estado natural no requieren de suelos ricos en nutrientes; sin embargo, para mejorar su vigor se recomienda que antes del trasplante se aplique en el lugar de la reforestación medio kilo de estiércol descompuesto, mezclado con el mismo suelo del sitio de plantación y 5 ton ha<sup>-1</sup> de estiércol descompuesto y bien molido, aplicado a chorrillo cada 6 meses sobre las líneas en que se plantó (Osuna y Meza, 2000).

- 9. Aprovechamiento de acuerdo al ciclo de corta y turno biológico de la planta:** Se realiza en forma manual, preferentemente con tijeras de podar, ya que de esta manera se reducen los daños a la planta y se evita la pérdida de hojas. El corte se realiza dejando un 25% de la altura de la planta de damiana, permitiendo con esto una buena recuperación de la planta entre cada corte (Vázquez, 1993). Los manojos se remueven y sacuden periódicamente, para desprender las hojas. Si el producto se requiere con calidad de exportación o para obtener extractos, es necesario limpiar y seleccionar la hoja por medio de una criba con malla de 1 cm, luego se envasa el producto en costales harineros para su almacenamiento (Osuna y Meza, 2000).

## 5. ECUACIONES ALOMETRICAS DE BIOMASA

Los modelos de predicción presentados en este documento son ecuaciones alométricas que proporcionan estimaciones fiables de biomasa de *Turnera diffusa*. 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 300 individuos por los dos 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 cortada la planta, se separaron las siguientes fracciones de biomasa: hojas y ramillas verdes. Cada fracción se pesó en verde utilizando una báscula con una precisión de  $\pm 1$  g, se tomaron muestras del 10 % del peso total de cada fracción. Las muestras se secaron en una estufa a una temperatura entre 103 °C, hasta que se registró un peso constante (ver Figuras 2 y 3). 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 (hojas secas, ramillas secas 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 Baja California Sur. A) Planta completa muestreada, B) Identificación de componentes, C) Medición de cobertura, D) Extracción de la planta, E) Medida de muestra y F) Separación de componentes.



**Figura 3.** Muestreo realizado en el estado de Tamaulipas. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Medición de altura, D) Extracción de la planta, E) Separación de componentes y F) Peso de las hojas.

## 5.1. Ecuaciones por estado

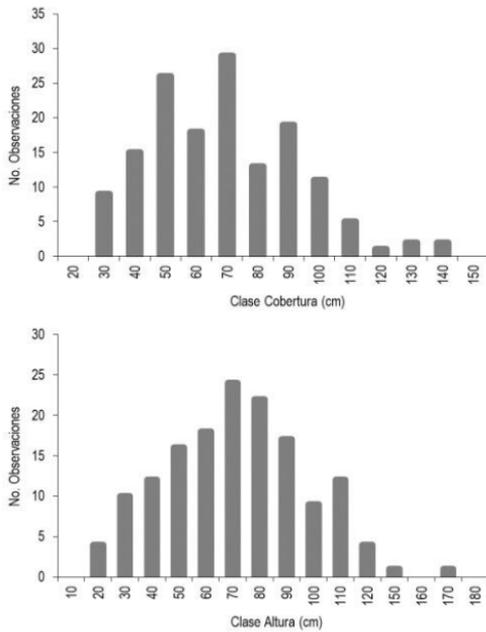
### Para el estado de Baja California Sur

En el Cuadro 1, se muestran las estadísticas descriptivas por componente (hojas secas, ramillas secas y peso total) 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 Baja California Sur. 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 *Turnera diffusa* colectada en el estado de Baja California Sur.

<b>Variable</b>	<b>No. Obs</b>	<b>Media</b>	<b>Std</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
<i>DC (cm)</i>	150	63.1	23.8	24.0	140.0
<i>H cm)</i>	150	67.0	26.5	12.0	163.0
<i>Hoja (kg)</i>	150	0.048	0.039	0.003	0.244
<i>Ramillas (kg)</i>	150	0.099	0.106	0.003	0.834
<i>Peso total (kg)</i>	150	0.147	0.142	0.006	1.078

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



**Figura 4.** Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado de Baja California Sur.

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 *Turnera diffusa* colectada en el estado de Baja California Sur 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 *Turnera diffusa* colectada en el estado de Baja California Sur.

Componente	Modelo	No.
Hoja seca	$Y_c = \exp ( b_0 + b_1 \ln (DC))$	(1)
Ramillas secas	$Y_l = \exp ( b_2 + b_3 \ln (DC))$	(2)
Peso total	$Y_t = \exp(b_0 + b_1 \ln(DC)) + \exp (b_2 + b_3 \ln (DC))$	(3)

Dónde:  $Y_i$ = peso verde de los componentes o total (kg),  $b_j$ =parámetro j para la estimación de los pesos,  $DC$ =diámetro de la cobertura 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 *Turnera diffusa* en el estado de Baja California Sur.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar	t	Prob.		REMC (kg)
					Aprox.	$R^2$	
Hoja	$b_0$	-11.0719	0.5347	-20.71	<.0001	0.6448	0.0233
	$b_1$	1.903644	0.1181	16.11	<.0001		
Ramillas	$b_2$	-12.8361	0.6804	-18.86	<.0001	0.6534	0.0625
	$b_3$	2.470244	0.1474	16.75	<.0001		
Peso total						0.6782	0.0809

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

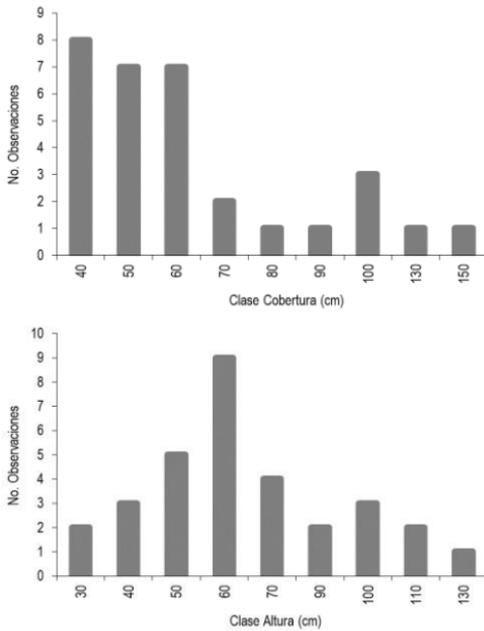
## Para el estado de Tamaulipas

En el Cuadro 4, se muestran las estadísticas descriptivas por componente (hojas secas, ramillas secas y peso total) 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 Tamaulipas. 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 *Turnera diffusa* colectada en el estado de Tamaulipas.

<b>Variable</b>	<b>No. Obs</b>	<b>Media</b>	<b>Std</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
<i>D (cm)</i>	150	50.6	17.8	22.5	142.5
<i>H (cm)</i>	150	57.0	18.4	27.0	125.0
<i>Hoja (kg)</i>	150	0.037	0.029	0.006	0.190
<i>Ramillas (kg)</i>	150	0.087	0.080	0.010	0.558
<i>Peso total (kg)</i>	150	0.125	0.105	0.016	0.748

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



**Figura 5.** Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado de Tamaulipas.

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 *Turnera diffusa* colectada en el estado de Tamaulipas se muestra en los Cuadros 5 y 6.

**Cuadro 5.** Ecuaciones alométricas desarrolladas para la estimación del peso verde por componente y peso total de *Turnera diffusa* colectada en el estado de Tamaulipas.

Componente	Modelo	
Hoja seca	$Y_l = \exp(b_0 + b_1 \ln(DC * H))$	[1]
Ramilla seca	$Y_b = \exp(b_2 + b_3 \ln(DC * H))$	[2]
Peso total	$Y_{total} = \exp(b_0 + b_1 \ln(DC * H))$ $+ \exp(b_2$ $+ b_3 \ln(DC * H))$	[3]

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

**Cuadro 6.** 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 *Turnera diffusa* en el estado de Tamaulipas.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar	t	Prob.		
					>  t	Aprox. R <sup>2</sup>	
Hoja seca	b <sub>0</sub>	-9.9917	0.7704	-12.97	<.0001	0.6646	
	b <sub>1</sub>	0.731242	0.0865	8.46	<.0001	0.00827	
Ramilla seca	b <sub>2</sub>	-10.8563	0.8207	-13.23	<.0001	0.7959	
	b <sub>3</sub>	0.98183	0.09	10.91	<.0001	0.0306	
Peso total						0.7882	0.0380

t = estadístico de t de Student; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación; REMC = Raíz del Error Medio Cuadrático.

## Ejemplo práctico de la aplicación de las ecuaciones alométricas:

Para estimar la biomasa por componente (hoja, ramillas) de la damiana en el estado de Baja California Sur, sería como se explica a continuación. Supongamos que una planta de damiana tiene una altura total ( $H$ ) de 120 cm y una cobertura ( $D$ ) de 90 cm; y si quisiéramos saber el volumen de hoja seca, se aplicaría la ecuación del componente de hoja, como se muestra de la siguiente manera:

Información dasométrica:  $H=120$  cm;  $DC= 90$  cm

Ecuación para estimar la biomasa de la hoja seca:

$Y_c = \exp (b_0 + b_1 \ln (DC))$  se sustituyen las variables con los valores del Cuadro 3 para el caso del estado de Baja California Sur;

$$Y_c = \exp (-11.0719 + 1.903644 \ln((90)))$$

$W_c = 0.0816$  kg; de biomasa de hoja seca dadas esas condiciones de la planta.

En el Cuadro 7 se muestra los predios por estado donde se llevó a cabo el muestreo.

## Cuadro 7. Municipios y predios en donde se llevó a cabo el muestreo en los estados de Baja California Sur y Tamaulipas.

Estado	Municipio	Predio	
Baja California sur	Los Cabos	Santa Anita	
		Ejido Santiago	
		La Cantería	
	La Paz	Ejido Álvaro Obregón	
		Mesa del Molino	
	Jiménez	Ejido La Independencia	
	Ocampo	N.C.P.A. Lorenzo Vargas	
		Ejido El Chamal Viejo	
	Antiguo Morelos		Ejido San Isidro del Poniente
			Ejido México Libre-La Roncha
Ejido Emiliano Zapata			
Ejido Las Flores			
Tamaulipas		Ejido La Reforma	
		Ejido Francisco I. Madero	
		Ejido El Carrizo	
		Ejido El Higüero	
		Ejido José María Morelos-El Nopal	
	Jaumave		Ejido Gustavo Cáceres-La Granja
			Ejido Jaumave
			Ejido San Juanito
			Ejido San Lorencito
			Ejido Matías García-Pedro de los Saldaña
	P.P. Innominado		

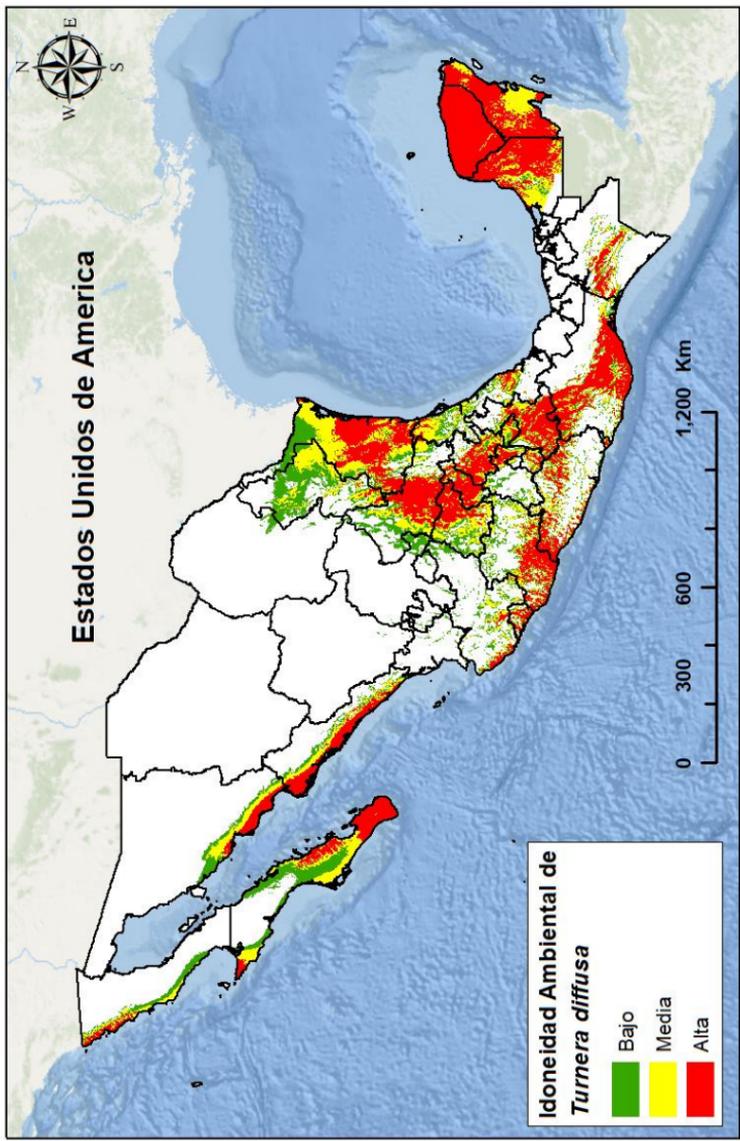
Estado	Municipio	Predio
		Ejido San Vicente
		Ejido Rancho Nuevo
		Ejido Nogales
		Ejido Padrón y Juárez -La Puente
	Palmillas	P.P. Innominado
		Ejido San Pablo
		P.P. El Colorado
	Tula	Ejido Miguel Hidalgo
		Ejido Magdaleno Cedillo-El Coronel
		Ejido El Gavial
	Güémez	Ejido Villa de Güémez
	Llera	N.C.P. Las Tortugas
		Ejido El Ébano

## 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 *Turnera diffusa*. 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 6 muestra el mapa del área de distribución potencial de *Turnera diffusa*, 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 6.** Clases de idoneidad ambiental para *Turnera diffusa* generadas a partir de modelos de distribución potencial

## 7. CONCLUSIONES

- La elaboración de las ecuaciones alométricas de biomasa de *Turnera diffusa*, generadas por estado, constituyen una herramienta útil para estimar con precisión la biomasa verde de la especie en los avisos de aprovechamiento, asegurando un menor sesgo en las estimaciones totales.
- Es necesario establecer parcelas de investigación, con apoyo de especialistas, en los predios con aprovechamiento para monitorear la dinámica de crecimiento de la especie, específicamente de las plantas no aprovechadas.
- La reforestación con fines de enriquecimiento de rodales representa una alternativa para disminuir la presión sobre el aprovechamiento de la especie *Turnera diffusa* de manera silvestre.
- Falta establecer un paquete tecnológico para la especie en estudio en las regiones semiáridas del estado de Tamaulipas, donde se plasmen los procedimientos y técnicas para la producción de plantas y establecimiento de parcelas demostrativas y/o plantaciones forestales comerciales.
- El mapa de distribución potencial de *Turnera diffusa*, 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. 1992. 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.
- Estudio de las Condiciones para la Micropropagación de *Damiana Turnera diffusa*. Tesis de Doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 4. Martínez, 1959. Citado en: Alcaraz, L. 1999.
- Estudio de las Condiciones para la Micropropagación de *Damiana Turnera diffusa*. Tesis de Doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 5. Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994.
- Gadow, K. and Hui, G. 1999. Modelling forest development (Vol. 57). Springer Science & Business Media.
- Las Plantas de Zapotitlán Salinas, Puebla: Un folleto de divulgación sobre botánica y conservación. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 3. Alcaraz, L. 1999.
- 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.
- Madrigal Collazo, A. 1994. Ordenación de montes arbolados. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F. 6. Sandoval, G. 1982. *La Damiana (Turnera diffusa Willd)*.
- Meza S., R. 2003. Identificación de áreas con potencial productivo para damiana en Baja California Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Todos Santos. Ed. SAGARPA. Folleto técnico Núm. 2. La Paz, B.C.S., México.

- Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997, Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.
- Osuna L., E. y Meza S., R. 2000. Producción de plantas y establecimiento y manejo de plantaciones de damiana (*Turnera diffusa* Willd.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Todos Santos. Ed. SAGARPA. Folleto técnico Núm. 4. La Paz, B.C.S., México.
- Propagación Vegetativa de Damiana (*Turnera diffusa* Willd.) por Estacas Bajo Diferentes Sustratos y con Cubierta de Polietileno. Tesis Profesional (Ing. Agrónomo especialista en Zonas Áridas), Universidad Autónoma de Chapingo. México. 8. Viesca, F. 1986.
- Ramírez, R. 1999. Los Recursos Forestales no Maderables de México: Una revisión. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 2. Arias, A. 2000.
- RLGDFS. 2020 reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 09-12-2020.
- Rompimiento de Latencia en Damiana. Tesis Profesional (Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia). Universidad Autónoma de Chapingo. México. 9. NOM - 1994. INE 10. Gama, L., H. Navare y N. Moreno. 1981.
- SAS Institute. 2009. SAS Proprietary Software Version 9.3. SAS Institute, Cary, NC.
- Una Revisión Bibliográfica y Experiencias en su Aprovechamiento e Inducción al Cultivo. Tesis Profesional (Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia). Universidad Nacional autónoma de Chapingo. México. 7. Solís, G. 1982.

## 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.

**Reforestación.** Establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales

**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

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