



Fondo  
**CONACYT**  
**CONAFOR**



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

**Mejores prácticas de manejo y ecuaciones  
alométricas de biomasa de *Jatropha dioica* en  
los estados de Coahuila, Nuevo León 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. Martin 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 *Jatropha dioica* en los estados de Coahuila, Nuevo León 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 *Jatropha dioica* por poseer propiedades farmacéuticas y para la elaboración de shampoo y cremas, dichos productos forestales no maderables representan 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 *Jatropha dioica* en los estados de Coahuila, Nuevo León 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 de aprovechamiento forestal no maderable de <i>Jatropha dioica</i> .....	8
2.2.	Leyes y normas. ....	10
3.	INVENTARIO FORESTAL CON FINES DE MANEJO .....	17
3.1.	Técnicas de muestreo para la evaluación de las poblaciones naturales de la especie.....	17
4.	MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO .....	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. 23	
4.3.	Reforestaciones con fines de enriquecimiento de rodales .....	24
5.	ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA .....	28
5.1.	Ecuaciones por estado .....	33
6.	MAPA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA ESPECIE .....	47
7.	CONCLUSIONES.....	50
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
9.	GLOSARIO .....	54
10.	SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	56

# 1. INTRODUCCIÓN

El nombre *Jatropha dioica* proviene de la etimología griega la cual significa “iatros” = médico y “trophe” = comida o alimento (Niño-García *et al.*, 2012), es una planta originaria de México, comúnmente conocida como “Sangre de Drago”. La planta de “Sangre de Drago” es monoica de tipo arbustivo con numerosos tallos suculentos que se esparcen desde el sistema radicular que puede extenderse en conglomerados de hasta 10 m<sup>2</sup> de cobertura y tallos de 1.0 m de altura, puesto que es capaz de reproducirse de forma asexual y sexual. El nombre común se debe a que su sabia es incolora, misma que al entrar en contacto con el aire cambia a color oscuro; la corteza es lisa de color marrón rojizo-oscuro con las hojas lanceoladas (Johnson, 1998). Presenta una inflorescencia de tipo simosa, con flores unisexuales de tipo terminal color rosa, los frutos son globulosos de 1.5 cm de largo y tienen una semilla en su interior (Córdova-Téllez *et al.*, 2015).

La extracción de los rizomas de “Sangre de Drago” no tiene gran relevancia en las estadísticas de aprovechamiento de especies forestales no maderables a nivel nacional. Sin embargo, tiene importancia ambiental por distribuirse en los ecosistemas áridos y semiáridos donde desempeña funciones importantes como la retención de suelo y la generación de alimento para pequeños roedores e insectos. No obstante, existe poca información acerca de esta especie y de los usos potenciales que pudiese tener para darle un realce económico y que se detone su aprovechamiento.

La importancia económica de “Sangre de Drago” se encuentra para pequeños grupos de personas o mujeres que se dedican a

la fabricación de productos de aseo personal como lo son shampoo y cremas, en los cuales se utilizan extractos de “Sangre de Drago” como ingrediente para elaborar el producto final. Así mismo se ha reportado que *Jatropha dioica* contiene componentes antivirales, antifúngicos, antibacteriales, antioxidantes, antitumorales, antiplaquetas, cicatrización y es usado también como saborizante de alimentos (CONAFOR, 2018).

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

### 2.1. Procedimientos legales para el aviso de aprovechamiento forestal no maderable de *Jatropha dioica*.

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 deberá ser entregado a 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 del aviso de aprovechamiento de *Jatropha dioica* se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Requisitos que debe contener el aviso de aprovechamiento de *Jatropha dioica* en México.

## 2.2. Leyes y normas.

### Leyes vigentes

La legislación vigente que se describe a continuación regula el aprovechamiento de *Jatropha dioica*.

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, 1, 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, 34, 38, 71,</p>

Leyes y Reglamentos	Artículos
<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>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>            Menciona los actos, procedimientos y resoluciones administrativas de orden e interés públicos ante una Administración</p>	<p>1, 15, 15-A, 17-A, 19 y 43.</p>

Leyes y Reglamentos	Artículos
<p>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

La Norma Oficial Mexicana vigente que se describe a continuación regula el aprovechamiento de *Jatropha dioica*.

### NOM-005-SEMARNAT-1997

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

Apartado	Especificaciones
Aprovechamiento	<p>Con excepción de las plantas completas de cactáceas y la <i>Yucca</i> spp., para realizar el aprovechamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal, el dueño o poseedor del predio correspondiente, deberá presentar una notificación por escrito ante la Delegación Federal o Secretaría en la entidad federativa correspondiente, misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años.</p>
	<p>El aprovechamiento de cogollos quedará sujeto a los siguientes criterios y especificaciones técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Sólo se podrán aprovechar plantas en la etapa de madurez de cosecha.</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 propiciar la regeneración por semillas;</p> <p>Cuando se aprovechen plantas completas de otras especies diferentes a las mencionadas en la presente Norma, el responsable técnico establecerá los criterios y especificaciones técnicas en la notificación respectiva.</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 salidas del</p>

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

### NOM-028-SEMARNAT-1996

Norma Oficial Mexicana **NOM-028-SEMARNAT-1996** que especifica los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal.

Apartado	Especificaciones
Aprovechamiento	Para realizar el aprovechamiento de raíces y rizomas, el dueño o poseedor del predio correspondiente, deberá presentar una notificación por escrito ante la Delegación Federal o Secretaría en la entidad federativa correspondiente,

	<p>misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años.</p> <p>El aprovechamiento de raíces y rizomas quedará sujeto a los siguientes criterios y especificaciones técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Se deberán aprovechar sólo plantas en la etapa de madurez de cosecha, seleccionándolas por su tamaño y características propias de cada especie.</li> <li>II. Deberá dejarse distribuido uniformemente, en el área de aprovechamiento sin intervenir, como mínimo el 20% de las plantas en etapa de madurez de cosecha, para propiciar la regeneración por semilla.</li> </ol>
Transporte	<p>El transporte de raíces y rizomas de vegetación forestal, 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.</p>

### 3. INVENTARIO FORESTAL CON FINES DE MANEJO

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

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

Los 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 *Jatropha dioica* 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 y 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 *Jatropha dioica* 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.*, 1992a). 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 *Jatropha dioica*:

- 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 m<sup>2</sup> (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

Para hacer extensivo el aprovechamiento sustentable de las especies no maderables de zonas áridas y semiáridas, es indispensable el desarrollo de métodos confiables para conocer la cantidad y la calidad de las poblaciones naturales de estas especies. Dichos métodos deberán centrarse en aspectos geográficos, reproducción, crecimiento, conservación y amenazas o factores limitantes para el buen desarrollo de las poblaciones naturales de las especies. Las siguientes mejores prácticas se realizaron en base al diagnóstico de cómo se aprovecha actualmente la especie de *Jatropha dioica* en los estados de Coahuila, Nuevo León 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” 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 de la especie

La forma de aprovechamiento de “Sangre de Drago” implica remover toda la planta. Sin embargo, dadas las dimensiones del aprovechamiento actual, no es necesario extraer la planta en su

totalidad, sino aquella parte de la colonia o manchón con las mayores dimensiones. La técnica de aprovechamiento consiste en ubicar los tallos de sangre de drago, con ayuda de una herramienta manual que puede ser un pico o talache, se remueve la tierra alrededor de los tallos buscando desenterrar la planta completa con sus rizomas y raíces. Una vez expuesta toda la planta, se seleccionan los rizomas más grandes para su aprovechamiento, los rizomas pequeños se vuelven a enterrar en el lugar de la excavación para fomentar su enraizamiento y posible desarrollo nuevamente.

Actividades complementarias durante el aprovechamiento que permiten maximizar el uso del recurso y contribuyen a lograr la sostenibilidad:

- Se recomienda elegir para el aprovechamiento aquellas plantas de mayor dimensión. Esto garantiza que estas plantas son aquellas que cuentan con un mayor contenido de taninos o sustancias importantes para la elaboración de productos tales como shampoo y cremas corporales.
- Cuando solo se aprovechan los rizomas y tallos de “Sangre de Drago” se recomienda hacerse con ayuda de un talacho. Se escarba en la periferia del manchón de la planta donde se encuentren los tallos más grandes y se extraen por completo los tallos y los rizomas de esa parte de la planta. La mejor época del aprovechamiento de la especie es en el invierno o en época de lluvias. En esta temporada la planta de “Sangre de Drago” muestra mayor vigorosidad, lo que sin duda puede aumentar la

concentración de las sustancias químicas que son extraídas para la elaboración del producto final.

- Se recomienda aprovechar en el primer semestre del año, preferentemente antes de la temporada de lluvias, para evitar que el exceso de agua en las raíces y tallos disminuya la cantidad de aceite extraíble de dichos componentes.

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

La planta de “Sangre de Drago” representa un recurso potencial, ya que actualmente está bajo prospección por compañías farmacéuticas con el fin de encontrar compuestos activos para curar diversas enfermedades; en este sentido, es recomendable que el conocimiento empírico de los productores sobre esta especie se valore y retribuya.

Actividades complementarias para mejorar la extracción y beneficio del producto final:

- Para mejorar las técnicas de extracción de los compuestos químicos de la planta de “Sangre de Drago” y que la actividad en sí misma tenga un mayor impacto en la economía de las familias, se recomienda el aumento de la capacidad de procesamiento, lo que conlleva la adquisición de equipo de mayores dimensiones para realizar esta actividad en mayor cantidad. Esto aumentaría la oferta de producto, creciendo con ello en volumen de venta y beneficio económico para los productores.

- Promover la difusión sobre los productos generados a base de sus componentes naturales como es el shampoo, cremas y otros productos. La difusión y mercadeo para encontrar nuevos consumidores puede elevar el nivel de ingreso por mayor número de ventas y sobre todo hacer atractiva y rentable la actividad de aprovechamiento de especies no maderables como lo es la planta de “Sangre de drago”.
- Se recomienda realizar acciones de gestión de subsidios económicos para capacitación a productores, con el fin de ilustrar un mayor abanico de posibilidades en el trabajo de transformación de la materia prima proveniente de “Sangre de Drago” en productos comerciables. Así mismo, la inversión por parte de instituciones gubernamentales con fines de investigación para conocer las aplicaciones y beneficios de *Jatropha dioica* en distintos campos del conocimiento es muy importante.

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

En todas las actividades de aprovechamiento deben considerar la conservación de la biodiversidad del ecosistema, con este fin se debe contar con información actualizada sobre flora y fauna presente en el sitio de aprovechamiento, límites de las partes altas de las cuencas y ubicación de corrientes temporales y permanentes de agua.

Los pasos a seguir para la reforestación con fines de enriquecimiento de rodales de *Jatropha dioica* se describen a continuación:

- 1. Selección de material para la reforestación:** para lograr que la planta sobreviva en campo, se recomienda extraer durante el aprovechamiento de “Sangre de Drago”, los rizomas y que se vuelva a replantar en el mismo sitio aquellas raíces más pequeñas, para que faciliten la regeneración de la especie
- 2. Colecta de tallos:** para la propagación de la especie se recomienda el replante de los tallos más pequeños, que por alguna razón hayan sido cortados durante el aprovechamiento, esto para asegurar la regeneración y la propagación de “Sangre de Drago” (Figura 2). El cuidado en el transporte de la planta es de vital importancia por lo que se debe cuidar no romper o mutilar su estructura. Este método presenta ventajas en cuanto a la resistencia al trasplante y a la velocidad de desarrollo inicial de la planta.
- 3. Preparación del terreno:** la preparación del terreno asegura una gran parte del éxito esperado en el establecimiento de la reforestación por lo que se recomienda: sí el lugar de establecimiento fuera inclinado o presentara pendientes ligeras, realizar la reforestación en línea a una zanja bordo con terraza individual, realizar cajete o media luna opuesta a la pendiente con el fin de asegurar la captación de agua. Si el lugar de establecimiento fuera casi plano se recomienda realizar obras de subsoleo como el barbecho, rastreo y surcos a nivel, ubicando la planta

aguas arriba del surco. Realizar un barbecho y rastreo en el terreno, favorece el crecimiento y desarrollo de la planta; dichas acciones contribuyen a elevar la producción de fibra y reducir el turno técnico (Castillo *et al.*, 2005; Berlanga *et al.*, 1992).



**Figura 2.** Colecta y reforestación de tallos de *Jatropha dioica*.

4. **Densidad de reforestación:** la distancia promedio a la que debe estar separada una planta y otra es 0.50 m y 1 m entre líneas, con este método se obtendrá una densidad recomendada de 20,000 individuos por hectárea.
5. **El diseño de la reforestación puede ser a manera de:** marco real, en este diseño las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20%.
6. **Establecimiento de la reforestación:** se deben considerar prioritarias aquellas áreas con registro de poblaciones naturales de la especie. La reforestación debe realizarse de dos a tres semanas antes de la época de lluvias que normalmente sucede en verano. Para la reforestación de los hijuelos se recomienda el método

de cepa común que consiste en cavar un hoyo de 10 a 15 cm de profundidad y ancho acorde al individuo a plantar, esto con ayuda de un talache o pico. Después se coloca la planta y se cubre con tierra a nivel del cuello de la misma, se compacta el suelo para evitar bolsas de aire y posibles pudriciones.

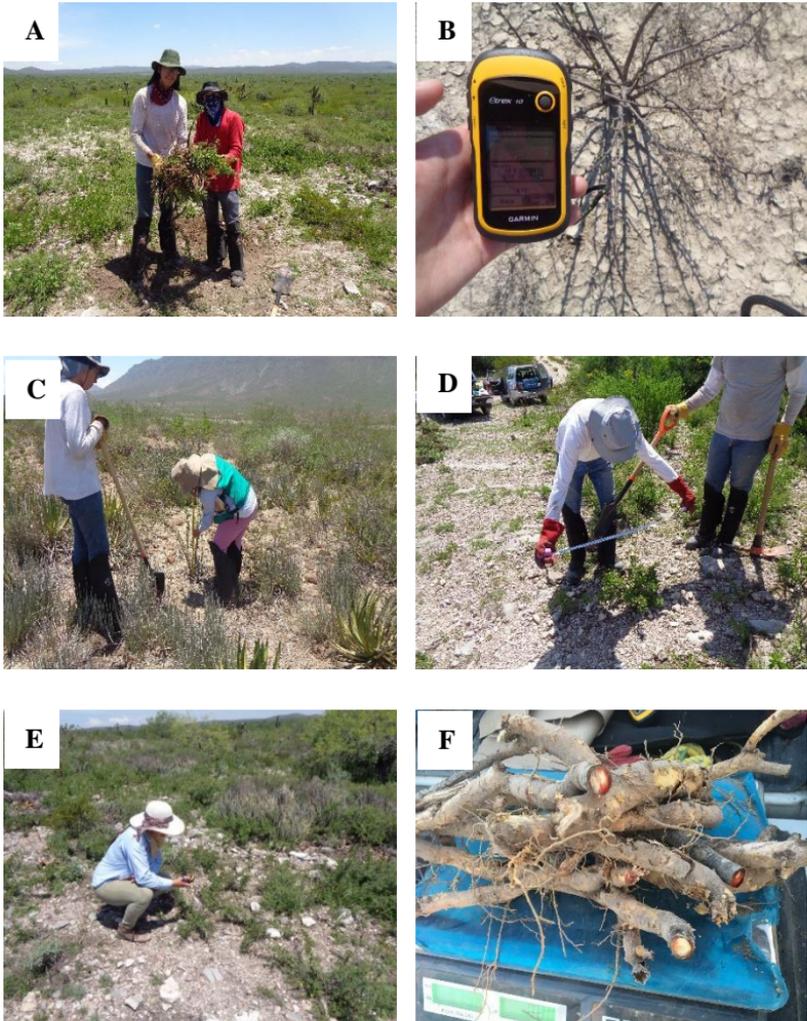
7. **Reposición de plantas:** aunque los índices de supervivencia sean altos (entre 95 al 100%) en su etapa inicial, pueden presentarse pérdidas de planta por diversos factores, como el mal manejo de la planta durante la extracción y transporte de la misma al lugar de reforestación o presencia de plagas. Por lo tanto, es recomendable realizar una evaluación de sobrevivencia y hacer reposición de las plantas afectadas.
8. **Poda:** esta práctica es relevante para todo árbol o arbusto. En el caso de *Jatropha dioica*, su importancia radica en generar muchos tallos laterales, con el fin de que la planta aproveche la luz solar y pueda producir abundante floración y fructificación de calidad.

## 5. ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA

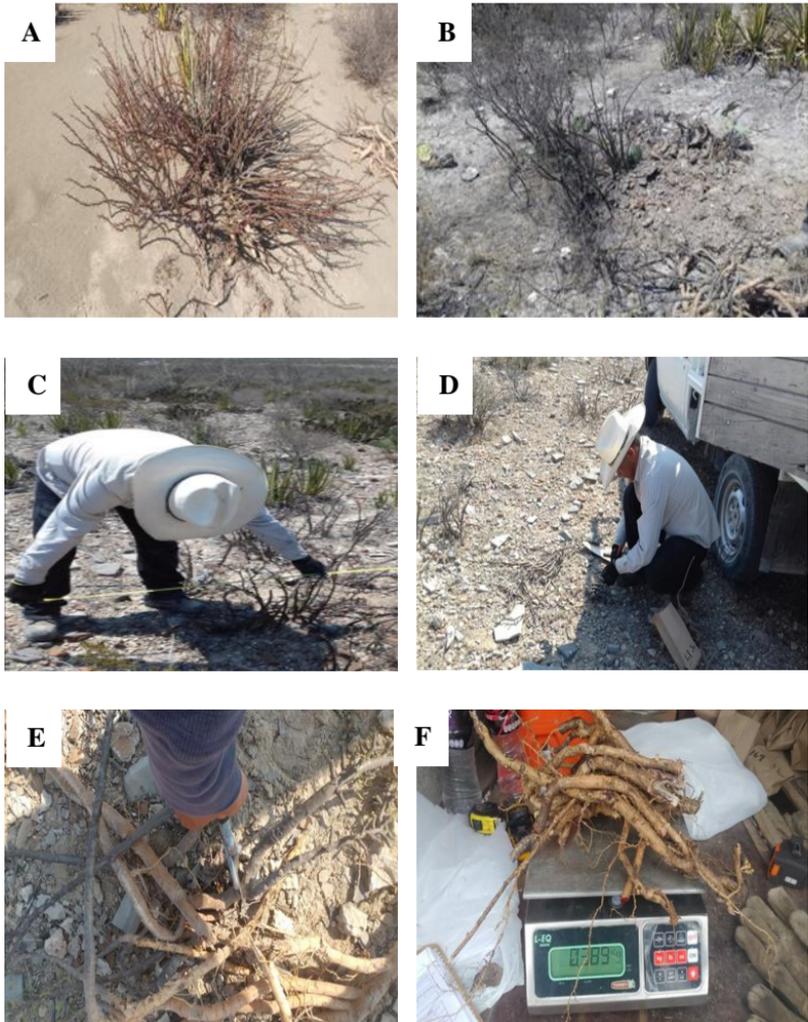
Los modelos de predicción presentados en este documento son ecuaciones alométricas que proporcionan estimaciones fiables de biomasa de *Jatropha dioica*. Representan una herramienta útil para la gestión forestal, ya que permiten la estimación de la biomasa total en kilogramos o por fracciones (componentes), 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 plantas o individuos con la presencia de varios tallos, 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 midieron en pie la altura total (H, cm) y el diámetro de la cobertura (DC, cm). Una vez derribados, se separaron las siguientes fracciones de biomasa: raíz y tallo verde. Cada fracción se pesó en verde utilizando una báscula con una precisión de  $\pm 1$  g (ver Figuras 3-5). Para el desarrollo de las ecuaciones se probaron diferentes combinaciones de variables predictivas o independientes (diámetro de cobertura (DC) y altura (H)). Se ajustaron diferentes modelos lineales y no

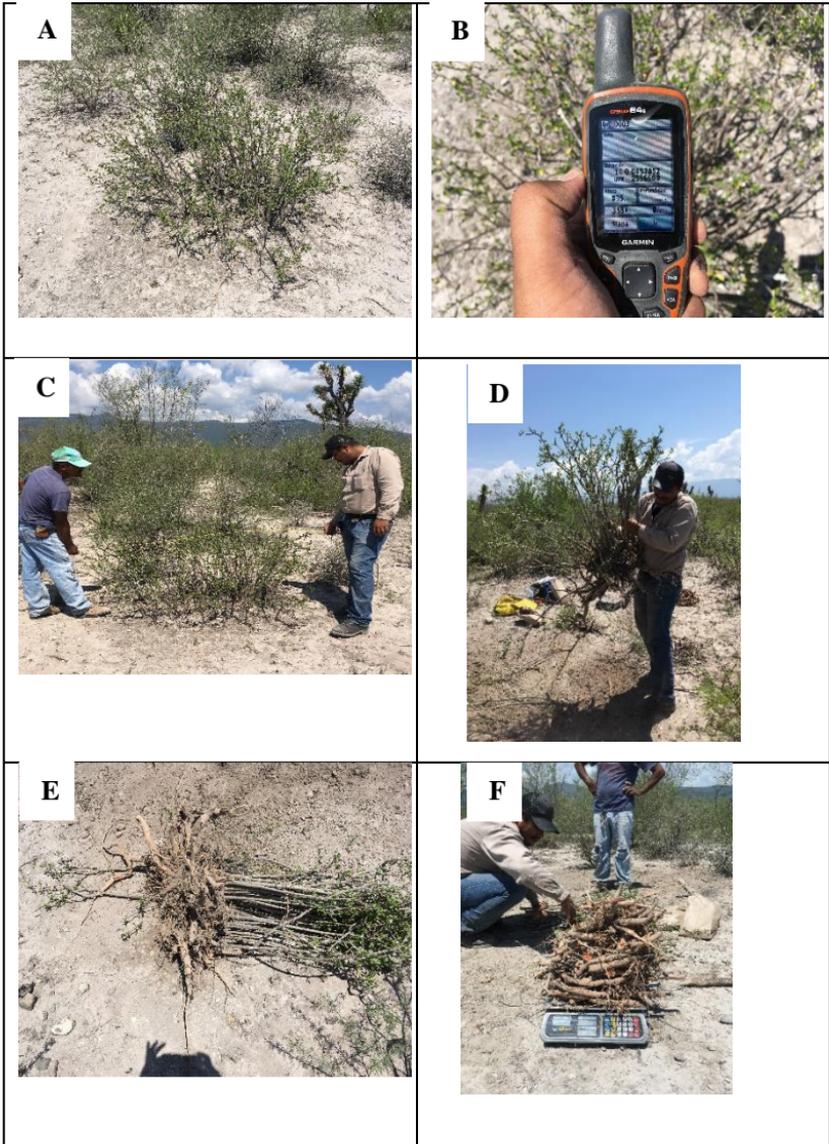
lineales por el método mínimos cuadrados empleando el procedimiento MODEL del programa SAS/STAT® (SAS Institute Inc., 2009); y el método iterativo de Gauss-Newton. Posteriormente, se seleccionaron los mejores modelos por componente en peso verde (cogollo, pencas verdes y peso total) y se ajustaron simultáneamente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



**Figura 3.** Muestreo realizado en el estado de Nuevo León. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Medición de altura, D) Medición de cobertura, E) Identificación de la planta principal y F) Peso del tallo y raíz.



**Figura 4.** Muestreo realizado en el estado de Coahuila. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Medición de cobertura, D) y E) Separación de componentes y F) Peso del tallo y raíz.



**Figura 5.** Muestreo realizado en el estado de Tamaulipas. A) Planta completa muestreada, B) Ubicación de la planta, C) Medición de cobertura, D) Extracción de la planta completa, E) Separación de los componentes y F) Peso del tallo y raíz.

## 5.1. Ecuaciones por estado

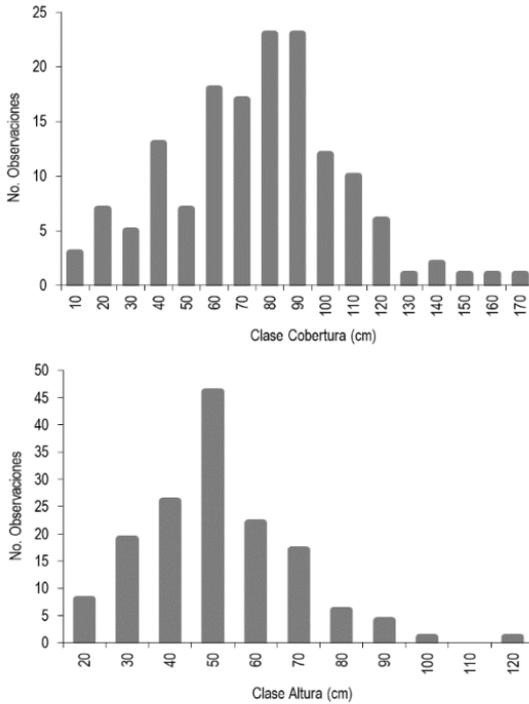
### Para el estado de Coahuila

En el Cuadro 2 se muestran las estadísticas descriptivas por componente (raíz y tallo verde) de los individuos muestreados para desarrollar las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa por componente y/o total de la planta en el estado de Coahuila. En la Figura 6, 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 *Jatropha dioica*, colectada en el estado de Coahuila.

<b>Variable</b>	<b>No. Obs</b>	<b>Media</b>	<b>Std</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
<i>DC (cm)</i>	150	70.23	30.48	4.50	166.0
<i>H (cm)</i>	150	46.22	17.15	11.50	112.0
<i>Raíz verde (kg)</i>	150	1.07	0.96	0.01	5.00
<i>Tallo verde (kg)</i>	150	0.44	0.48	0.00	3.05
<i>Peso total (kg)</i>	150	1.51	1.33	0.01	8.05

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



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

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 *Jatropha dioica* en el estado de Coahuila 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 *Jatropha dioica* en el estado de Coahuila.

<b>Componente</b>	<b>Modelo</b>	<b>No.</b>
Raíz verde	$W_c = \exp(b_0 + b_1 * \ln(DC))$	(1)
Tallo verde	$W_l = \exp(b_2 + b_3 * \ln(DC))$	(2)
Peso total	$W_t = \exp(b_0 + b_1 * \ln(DC))$ $+ \exp(b_2 + b_3$ $* \ln(DC))$	(3)

Dónde:  $W_i$ = 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.

**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 *Jatropha dioica*, en el estado de Coahuila.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar	t	Prob.		REMC (kg)
					Aprox.	R <sup>2</sup>	
Raíz	b <sub>0</sub>	-7.78649	0.5887	-13.23	<.0001	0.65	0.52
	b <sub>1</sub>	1.822164	0.1275	14.29	<.0001		
Tallos	b <sub>2</sub>	-10.6114	0.708	-14.99	<.0001	0.63	0.25
	b <sub>3</sub>	2.237695	0.151	14.82	<.0001		
Peso total						0.71	0.67

## Para el estado de Nuevo León

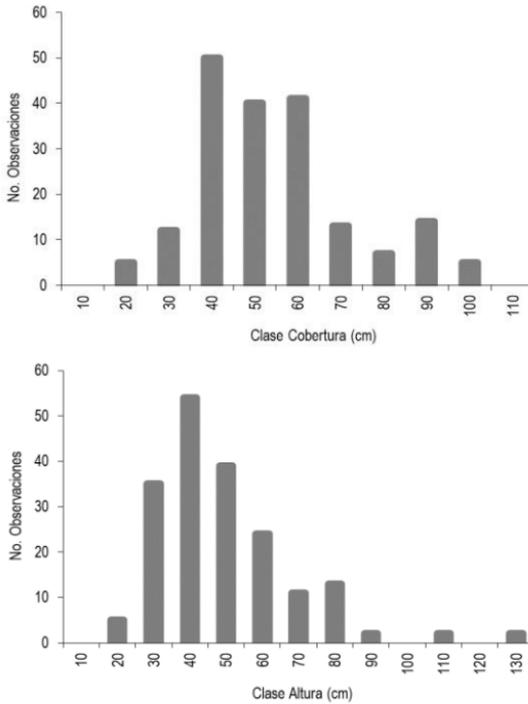
En el Cuadro 4 se muestran las estadísticas descriptivas del tallo verde de los individuos muestreados para desarrollar la ecuación alométrica para la estimación de la biomasa en el estado de Nuevo León. En la Figura 7, se muestra la distribución de las dimensiones de la cobertura y la altura de las plantas muestreadas.

**Cuadro 4.** Resumen descriptivo de la muestra de *Jatropha dioica*, colectada en el estado de Nuevo León.

<b>Variable</b>	<b>No. Obs</b>	<b>Media</b>	<b>Std</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
<i>D (cm)</i>	150	50.08	18.29	16.50	100.00
<i>H (cm)</i>	150	44.74	17.93	19.00	121.00
<i>Tallo verde (kg)</i>	150	0.260	0.260	0.070	2.160

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 del tallo de *Jatropha dioica* en el estado de Nuevo León se muestra en los Cuadros 5 y 6.



**Figura 7.** 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 del tallo de *Jatropha dioica* en el estado de Nuevo León.

Componente	Modelo	No.
Tallo verde	$W_{st} = b_0 (H^2 + DC)^{b_1}$	(1)

Dónde:  $W_i$ = 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 del tallo verde de *Jatropha dioica*, en el estado de Nuevo León.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar	t	Prob.	R <sup>2</sup>	REMC (kg)
		aprox.		>  t			
Tallo verde	b <sub>0</sub>	0.002988	0.000993	3.01	0.0033	0.61	0.06
	b <sub>1</sub>	0.558578	0.042	13.29	<.0001		

## Para el estado de Tamaulipas

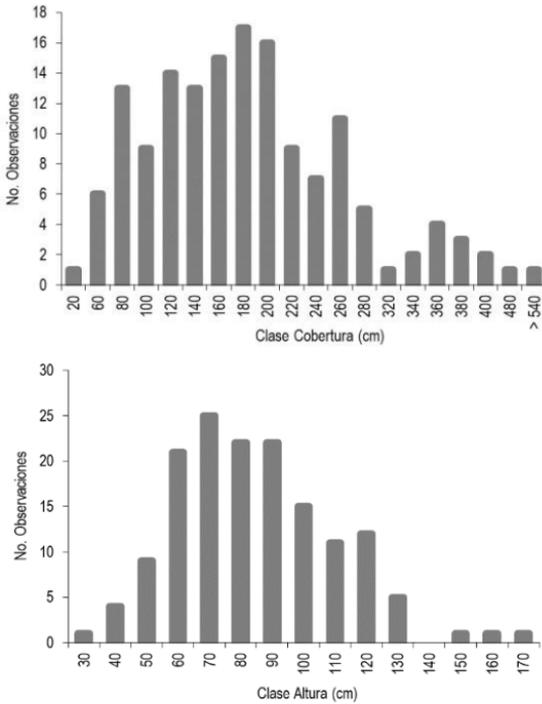
En el Cuadro 7 se muestran las estadísticas descriptivas del tallo verde de los individuos muestreados para desarrollar las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa en el estado de Tamaulipas. En la Figura 8, se muestra la distribución de las dimensiones de la cobertura y la altura de las plantas muestreadas.

**Cuadro 7.** Resumen descriptivo de la muestra de *Jatropha dioica*, 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>DC (cm)</i>	150	175.75	89.48	20.0	555.0
<i>H (cm)</i>	150	80.4	25.20	26.0	163.0
<i>Tallo verde (kg)</i>	150	3.312	2.97	0.104	15.222

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 estimación de peso verde del tallo de *Jatropha dioica* en el estado de Tamaulipas se muestra en los Cuadros 8 y 9.



**Figura 8.** Distribución de la cobertura y altura de las plantas muestra en el estado de Tamaulipas.

**Cuadro 8.** Ecuación alométrica desarrollada para la estimación del peso verde del tallo de *Jatropha dioica* en el estado de Tamaulipas.

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

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

**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 del tallo de *Jatropha dioica*, en el estado de Tamaulipas.

Componente	Parámetro	Estimación	Error estándar aprox.	t	Prob.	
					Aprox	R <sup>2</sup> >  t
Tallo verde	b <sub>0</sub>	-0.00002	5.22E-06	-4.4	<.0001	0.68
	b <sub>1</sub>	0.000306	0.000018	17.4	<.0001	1.6868

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

Para estimar de la biomasa del tallo verde de *Jatropha dioica* en el estado de Tamaulipas, sería como se explica a continuación.

Supongamos que una planta de sangre de drago tiene una altura total (H) de 80 cm y una cobertura (DC) de 160 cm; y si quisiéramos saber la biomasa del tallo, se aplicaría la ecuación como se muestra de la siguiente manera:

Información dasométrica:  $H=80\text{ cm}$ ;  $DC=160\text{ cm}$

Ecuación para estimar el peso del tallo verde:

$W_l = b_0DC^2 + b_1DC * H$ , se sustituyen las variables con los valores del Cuadro 9 para el caso del estado de Tamaulipas;

$$W_l = (-0.00002 * (160 * 160)) + (0.000306 * (160 * 80))$$

$W_l = 3.42\text{ kg}$ ; de biomasa del tallo 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 Tamaulipas.

Estado	Municipio	Pedio
Coahuila	Cuatro	Tanque Nuevo
	Ciénegas	
	General Cepeda	Pilar de Richardson

	Parras	El Amparo	
	Ramos	Hipólito	
	Arispe	Cosme	
	Saltillo	Tanque de Emergencia	
	San Pedro	Nueva Victoria	
	Viesca	Venustiano Carranza	
Nuevo León	Aramberri	La Soledad	
	Doctor Arroyo	La Chiripa	
	García	El Milagro	
	Linares	Las Barretas	
	Mier y Noriega	Cuatro Caminos	
	Mina	Carricitos	
	Mina	San Antonio de Arista	
	Villaldama	El Potrero	
	Tamaulipas	Bustamante	PP. El Cerrito Ejido Joya de Herrera Ejido Las Antonias Ejido El Caracol de Álvarez P.P. Joya San Francisco Ejido Magdaleno Aguilar-Dr. Rafael Villareal Ejido La Verdolaga
		Jaumave	Ejido San Juanito
Ejido La Unión antes La Puerta			
Ejido El Sauz			
Ejido Plan de Ayala-Las Calabazas			
Ejido San Antonio			
Ejido General Francisco Medrano-Las Pilas			
Ejido Las Moras			

	Ejido San Vicente
	Ejido San Lorencito
	Ejido Rancho Nuevo
	Ejido San Francisco
	Ejido El Alamito
	Ejido San José de Salamanca
	Ejido Redención del
	Campeño-Las Palomas
	Ejido Francisco I. Madero
	Ejido El Higuero
	Ejido El Carrizo
	Ejido Matías García-Pedro de
	los Saldaña
	Ejido San Juan de Oriente
	Ejido José María Morelos-El
	Nopal
	Ejido Independencia antes
	Las Moritas
	<hr/>
	Colonia Agrícola y Ganadera
	La Peña
Miquihuana	Ejido San José del Llano
	Ejido Estanque de los Walle
	Ejido Villa de Miquihuana
	Ejido La Perdida
	<hr/>
	Ejido Pedro Ruiz Molina
	Ejido San Juan
	Ejido Nicolás Medrano-El
	Abra
Tula	Ejido Mamaleon
	Ejido El Salitrillo
	Ejido Francisco Villa-Sichu
	Ejido Álvaro Obregón-La
	Noria
	P.P. La Ramirena
	<hr/>

Ejido General Francisco  
Medrano-La Higuera  
Ejido El Sauz  
P.P. Innominado  
P.P. Las Paredes  
Ejido San Pablo  
Ejido Magdaleno Cedillo-El  
Coronel  
Ejido El Gavial  
Ejido Gazmones

---

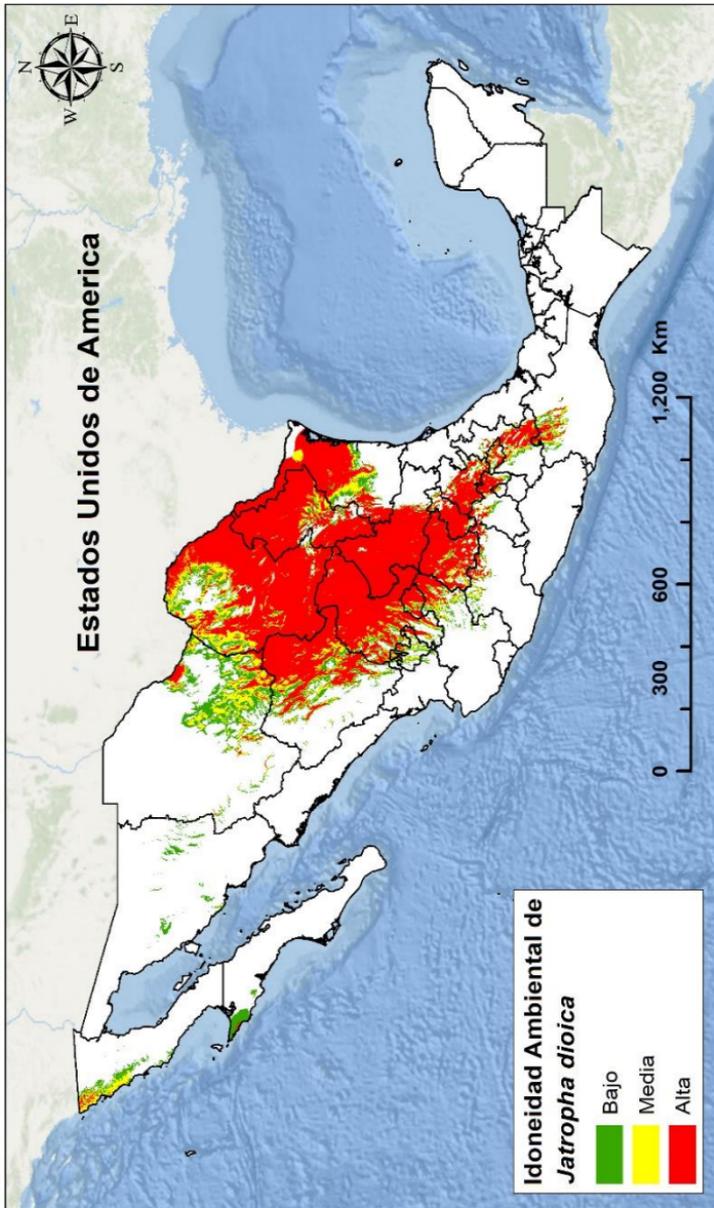
## 6. MAPA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA ESPECIE

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 *Jatropha dioica*. 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 9 muestra el mapa del área de distribución potencial de *Jatropha dioica*, 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 la especie. El mapa cuenta con una escala de idoneidad que va desde 0 a 1 (cero es inexistencia de condiciones adecuadas para la especie y 1 es presencia de condiciones óptimas). Posteriormente, se reclasificaron estos valores mediante el procedimiento estadístico de Método de Cuantiles Relativos (INEGI, 2010), para obtener las regiones de clases de idoneidad ambiental de potencial Bajo, Media y Alta. Entendiéndose por “Alta” aquellas áreas donde existen las mejores condiciones climáticas para la especie.

De acuerdo con lo señalado por los modelos de distribución, las mejores condiciones climáticas para el establecimiento de *Jatropha dioica* se encuentran en la parte noreste de México; desde el norte de Oaxaca hasta los límites superiores de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Por otro lado, los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila y Nuevo León son los que cuentan con mayor superficie con las mejores condiciones bioclimáticas para el desarrollo de *Jatropha dioica*. Las áreas anteriormente mencionadas pueden representar el territorio prioritario para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales o programas de reforestación de *Jatropha dioica*; así mismo, las zonas con el menor beneficio climático para esta especie son aquellas que se encuentran en los bordes de su distribución (color verde y amarillo de la Figura 9).



**Figura 9.** Clases de idoneidad ambiental para *Jatropha dioica* generadas a partir de modelos de distribución potencial.

## 7. CONCLUSIONES.

La planta de “Sangre de Drago” no es una especie relevante dentro del aprovechamiento de las especies forestales no maderables en México, sin embargo, la aplicación de mejoras a la escasa actividad de aprovechamiento de esta especie es un aspecto esencial para asegurar la permanencia del recurso en el mediano y largo plazo, puesto que al no generar recursos económicos importantes podría ser desplazada por otros cultivos. Además, la ejecución de dichas prácticas garantiza de alguna forma la mejora de las condiciones actuales tanto de los ecosistemas como de los pequeños grupos de personas que se dedican al aprovechamiento de esta especie. Dentro de los ecosistemas semiáridos podemos encontrar a *Jatropha dioica* de manera solitaria o formando manchones o rodetes, donde se puede observar una gran cantidad de varetas o tallos por unidad de medida. Sin embargo, es importante señalar que la especie no tiene una relevancia por ahora dentro de la comercialización de productos forestales no maderables. La evaluación de las poblaciones naturales de las plantas individuales de *Jatropha dioica* resulta compleja, ya que como se menciona en el párrafo anterior podemos encontrar desde una vareta o tallo hasta un rodete de más de 300 tallos, sin poder identificar la planta madre o la raíz principal. Es por ello que una forma de medición es la contabilización de tallos por unidad de superficie. Las ecuaciones alométricas de biomasa de *Jatropha dioica* 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. El mapa de distribución potencial de

*Jatropha dioica*, 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.
- Castillo Q., D., C. A. Berlanga R. y A. Cano P. 2005. Establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla. Campo Experimental, CIR-NORESTE. INIFAP. Desplegable para productores Núm 2. 2 p.
- CONAFOR, 2018. Técnicas y tecnologías para aprovechamiento y transformación de "Sangre de drago". Foro de no maderables. 25 p. Consultado en: [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/NoMaderables/5.TE CNICAS\\_Y\\_TECNOLOGIAS\\_PARA\\_APROVECHAMIENTO\\_Y\\_TRANSFORMACION\\_DE\\_SANGRE\\_DE\\_DRAGO\\_-\\_COPIA.PDF](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/NoMaderables/5.TE CNICAS_Y_TECNOLOGIAS_PARA_APROVECHAMIENTO_Y_TRANSFORMACION_DE_SANGRE_DE_DRAGO_-_COPIA.PDF). Fecha de consulta (02/09/2018).
- Córdova-Téllez, L. E. Bautista, A. Zamarripa C., J. A. Rivera L., A. Pérez V., O. M. Sánchez S., J. Martínez H. y J. A. Cuevas S. 2015. Diagnóstico y plan estratégico de *Jatropha spp.* en México. SNICS, SINAREFI, México. 116 p.
- Gadow, K. and Hui, G. 1999. Modelling forest development (Vol. 57). Springer Science & Business Media.
- Johnson, M. B. 1998. *Jatropha (Euphorbiaceae)* in Southwestern United States and Adjacent Northern México. Desert Plants. 14(2): 20-27.
- Leal-Nares. O., M. E. Mendoza, D. Pérez, D. Geneletti, E. López y E. Carranza. 2012. Distribución potencial del *Pinus martinezii*: un modelo espacial basado en conocimiento ecológico y análisis multicriterio. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 1152-1170.
- LGDFS. 2021. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 26-04-2021.
- López B. L. A. 2005. El sotol en Coahuila, potencialidades y limitaciones. Capítulo 3. In: Contreras D., C. e I. Ortega R. 2005. Bebidas y Regiones: Historia e impacto de la cultura etílica en México. Plaza y Valdés, S.A de C.V. 200p.
- Madrigal Collazo, A. 1994. Ordenación de montes arbolados.

- Martínez-Domínguez, E. 2010. Proyecto: Diagnóstico y Evaluación de las principales especies forestales no maderables de importancia económica en Tamaulipas. INIFAP-CONAFOR-CONACYT.
- Meza-Rangel, E., F. Tafoya, R. Lindig-Cisneros, J. J. Sigala-Rodríguez, E. Pérez-Molphe-Balch. 2014. Distribución actual y potencial de las cactáceas *Ferocactus histrix*, *Mammillaria bombycina* y *M. perezdelarosae* en el estado de Aguascalientes, México. Acta Botánica Mexicana 108: 67-80.
- Niño-García, N., G. Sánchez-Ramos, A. Mora-Olivo, L. M. Pérez-Ouilantán. 2012. Controversia en la producción de biodiesel. Caso: *Jatropha* en Tamaulipas. Ciencia UAT 7(1): 6-13.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapired. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231-259.
- RLGDFS. 2020 reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 09-12-2020.
- SAS Institute. 2009. SAS Proprietary Software Version 9.3. SAS Institute, Cary, NC.

## 9. GLOSARIO

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

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

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

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

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

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

**Rizoma.** Tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos; los cuales cumplen la función de órgano reservante de nutrientes.

## 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*