

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Composición De La Diversidad De Especies Que Integran La Entomofauna En  
*Jatropha curcas* L. En Morelos, México

Por:

**FÁTIMA EDLITAM PUENTE ALCALÁ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Composición De La Diversidad De Especies Que Integran La Entomofauna En  
*Jatropha curcas* L. En Morelos, México.

Por:

**FÁTIMA EDLITAM PUENTE ALCALÁ**

TESIS

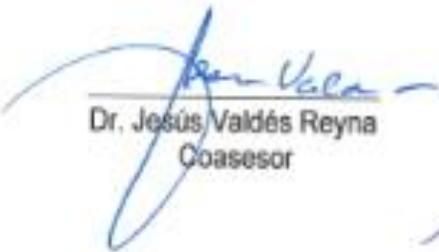
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por el Comité de Asesoría

  
Dr. Alonso Méndez López  
Asesor Principal Interno

  
Dra. Miriam Sánchez Vega  
Asesor Principal Externo

  
Dr. Jesús Valdés Reyna  
Coasesor

  
Dra. Silvia Yudith Martínez Amador  
Coasesor

  
Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2021



## Derechos de Autor y Declaración de no plagio

Todo material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Autor principal

Esthela Puente Alcalá

Firma y Nombre

Asesor principal

Dr. Alonso Méndez López

Firma y Nombre

# Índice general

<b>Índice general</b> .....	<b>III</b>
<b>Índice de cuadros</b> .....	<b>VI</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>X</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos</b> .....	<b>3</b>
1.1.1. Objetivo general .....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
<b>1.2. Hipótesis</b> .....	<b>3</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Cultivo</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Importancia económica</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3. Origen</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4. Usos actuales</b> .....	<b>8</b>
2.4.1. Medicinal .....	8
2.4.2. Colorante .....	8
2.4.3. Alimenticio .....	9
2.4.4. Energético .....	9
2.4.5. Otros .....	9
<b>2.5. Importancia</b> .....	<b>9</b>
<b>2.6. Potencial</b> .....	<b>10</b>
<b>2.7. Relación con artrópodos</b> .....	<b>11</b>
<b>2.8. Posibles plagas</b> .....	<b>13</b>
<b>2.9. Enfermedades de <i>Jatropha curcas</i></b> .....	<b>14</b>
<b>2.10. Índices ecológicos</b> .....	<b>15</b>
2.10.1. Medición de riqueza específica .....	18
2.10.1.1. Índice de diversidad de Margalef .....	18
2.10.1.2. Rarefacción .....	19
2.10.2. Índices de abundancia proporcional .....	20
2.10.2.1. Índice de Simpson .....	20
2.10.3. Índices de equidad .....	21
2.10.3.1. Índice de Shannon-Wiener .....	21
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1. Procedimiento</b> .....	<b>23</b>
3.1.1. Recolección de especímenes .....	23

3.1.2.	Manejo de las muestras .....	23
3.1.3.	Identificación de los especímenes .....	23
3.1.4.	Abundancia y diversidad .....	23
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>25</b>
4.1.	Composición de la diversidad de la entomofauna .....	25
4.2.	Fluctuación poblacional de Familias y Especies .....	28
4.3.	Análisis de los indicadores de diversidad de la entomofauna.....	34
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>38</b>

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Hongos fitopatógenos asociados a <i>J. curcas</i> en el sureste de México.....	<b>14</b>
<b>Cuadro 2.</b> Familias, especies e individuos que integran los órdenes de la entomofauna asociada al cultivo de <i>Jatropha curcas</i> L.....	<b>26</b>
<b>Cuadro 3.</b> Clasificación de familias que integran los géneros de la entomofauna recolectada en <i>Jatropha curcas</i> L. ....	<b>27</b>
<b>Cuadro 4.</b> Familias, especies y abundancia de entomofauna capturados en el periodo septiembre-noviembre de 2016, en el cultivo de <i>Jatropha curcas</i> L. en Mazatepec, Morelos. ....	<b>29</b>
<b>Cuadro 5.</b> Riqueza y composición de la entomofauna asociada al cultivo de <i>Jatropha curcas</i> L., en Mazatepec, Morelos.....	<b>35</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa (Moreno, 2001. Manuales y tesis SEA).</i> .....	<b>17</b>
<b>Figura 2.</b> <i>Ubicación del predio donde se encuentra establecida la plantación de <i>Jatropha curcas</i> L., en Mazatepec, Morelos.</i> .....	<b>22</b>
<b>Figura 3.</b> <i>Curvas de riqueza específica esperada mediante el método de rarefacción en la entomofauna asociada a <i>Jatropha curcas</i> en Mazatepec, Morelos.</i> .....	<b>36</b>

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a **Dios** por permitirme concluir mis estudios, en esta Universidad tan Grande y única que me ha formado con valores y que me ha dejado tantos amigos, experiencias, aprendizajes, y mi profesión.

A mi **Familia** por permanecer a mi lado en todo momento, por su apoyo incondicional, gracias a ustedes **papás** porque con amor me formaron, por asistir a todas mis actividades tanto escolares como extraescolares son mi motivación y mi ejemplo a seguir, no olvido a mis **hermanos Nadége y Gérald** por caminar a mi lado, siempre unidos en cada situación que se nos presenta, gracias a ustedes **FAMILIA**.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** que fue mi segunda casa, me dejó tantos amigos, me permitió conocer muchas personas que me ayudaron a crecer como persona, maestros, compañeros. Me dio tantos momentos felices en cada aula, en cada pasillo, en cada edificio, me llevo muchos recuerdos buenos, siempre le estaré agradecida y la querré con todo mi corazón, la llevare muy presente en todo lo que haga en mi vida personal y profesional.

Al **Dr. Alonso Méndez López** y a la Dra. Miriam Sánchez Vega por su apoyo para elaborar mi tesis, gracias por la paciencia, por su amabilidad y por el tiempo que me brindaron para que este trabajo se realizará.

A mis amigos **Blanca Duran, Raúl Ramos, Argenis Méndez, Luis Amaya, Manuel Arias, Ing. Julián Pliego**, les agradezco por darme los mejores momentos de mi vida, por tantas risas, experiencias, enseñanzas, ¡Siempre tendrán un lugar en mi corazón! Un agradecimiento especial a mi mejor amiga **Blanca Duran** por nuestra amistad, por siempre estar en esos momentos difíciles y por ser mi compañera de carrera, le pido a Dios me permita conservar esta amistad que tenemos, que la distancia no nos separe, “hermani” te quiero mucho.

Agradezco a todos ustedes, ¡los llevo en mi corazón!

## DEDICATORIAS

Mi tesis la dedico con todo mi cariño y esfuerzo:

A ti **Dios**, por darme el gran regalo de la vida, por darme a mi familia y por ser tan generoso conmigo, siempre serás mi centro, a quien acudiré cuando todo se nubla.

Esta tesis es para ustedes **Papás**, se lo difícil que se volvió para todos de un tiempo para acá y valoro tanto cada detalle o momento que sin pensar me brindaron, y sé que como la familia unida que somos saldremos adelante enfrentando cada obstáculo que se nos presenta siempre guiados por ustedes, nuestro ejemplo a seguir.

A mis **amigos** quiero dedicarles una parte de lo más importante para mí y es que caminamos juntos por un largo tiempo, que ya olvidé las veces que la pasamos mal por algún examen con baja calificación o alguna despedida, porque los mejores momentos fueron más y a pesar de la distancia sé que ustedes me llevan en sus corazones como yo lo hago y lo haré.

Por último y no menos importante quiero agradecerle a ti **Luis** por caminar a mi lado a pesar de las situaciones y ser mi apoyo incondicional, te estaré agradecida siempre.

## RESUMEN

El piñón (*Jatropha curcas* L.) una planta multipropósito, recientemente ha adquirido gran importancia como cultivo bioenergético a nivel mundial. Hasta hace algunos años se mencionaba que *J. curcas* por ser una planta silvestre estaba libre de plagas y enfermedades, sin embargo, su cultivo y la interacción de la planta con una gran diversidad de insectos, puede favorecer que algunos de ellos puedan superar la barrera de la toxicidad natural de la planta y se conviertan en plaga, en tal caso es importante conocer las diversas especies de insectos que interactúan con el cultivo afín de definir las mejores estrategias de manejo. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la diversidad, abundancia y riqueza específica de la entomofauna asociada al cultivo de piñón en el municipio de Mazatepec, Morelos. Durante el periodo de septiembre a noviembre de 2016, capturaron 1,447 individuos, agrupados en 14 órdenes, 107 familias y 190 especies. Se destaca al Orden Hemiptera con 25 familias (23.364% del total identificadas), seguido por Diptera (20), Hymenoptera (19) y Coleoptera (18), representando 18.692%, 17.757%, 16.822% correspondientemente. Cabe destacar del total de 190 solo seis especies estuvieron presentes en todos los muestreos realizados *Rhynchites mexicanus* (Coleoptera: Attelabidae), *Bruchus* sp. L. (Coleoptera: Bruchidae), *Epichlorops* sp. (Diptera: Chloropidae), *Orius tristicolor* W. (Hemiptera: Anthocoridae), *Draeculacephala* sp. B. (Hemiptera: Cicadellidae) y *Lygidea mendax* R. (Hemiptera: Miridae) y solo cuatro especies fueron las que presentaron mayor abundancia de individuos: *Draeculacephala* sp. B. (138), *L. mendax* (103), *Epichlorops* sp. (97) y *Oncometopia* sp. S. (67). Los índices de diversidad aplicados manifestaron moderada diversidad proporcional, baja dominancia de especies y alta riqueza específica. En el mes de octubre se concentró la mayor diversidad, abundancia y riqueza de especies.

**Palabras clave:** *Jatropha*, entomofauna, diversidad, riqueza específica.

## I. INTRODUCCION

Entre todos los cultivos con potencial para la generación de biocombustibles, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) se ha convertido en una planta con enorme viabilidad para la industria del biodiesel y en la que se están realizando grandes inversiones para su investigación y para el desarrollo, procesado y conversión de este energético (Rajagopal, 2008). Es una planta que almacena un alto contenido de aceite en su semilla (Arruda *et al.* 2004) y otras partes u órganos de la planta se usan con fines medicinales (Escobar, 2015). A la planta de *Jatropha* spp., también se le conoce como “piñón”, la semilla sobre todo de especies no tóxicas se usan para consumo humano de manera tradicional en algunas regiones de México (Bautista, 2010).

El género *Jatropha* pertenece a la familia Euphorbiaceae con más de 170 especies a nivel mundial, de las que más de 100 son nativas de América. El piñón (*Jatropha curcas* L.), presenta una gran distribución geográfica, en México se ha reportado que existen en 45 a 48 especies de *Jatropha* spp., (Martínez *et al.*, 2002), de las cuales 77% son endémicas y se encuentran en diferentes condiciones climáticas y edáficas del territorio mexicano, indicativo de la riqueza genética del género, y ha cobrado gran importancia por la capacidad de almacenamiento de aceite en su semilla. (Córdova *et al.*, 2015).

La necesidad de expandir los territorios ocupados por agro combustibles ha generado la búsqueda de especies alternativas que sean susceptibles de establecerse en terreno pobres de nutrientes, ociosos y de temporal. Estas condiciones son ideales para el establecimiento y desarrollo de *J. curcas* L., ya que es un cultivo altamente resistente a la sequía y se puede cultivar en áreas marginales, por lo que resulta excepcional para la recuperación de tierras degradadas, sin competir con la producción de cultivos para la alimentación humana y animal como mencionan (Toral *et al.*, 2008).

El piñón es una planta multipropósito, y recientemente ha adquirido gran importancia como cultivo bioenergético a nivel mundial (Heller, 1996; Zamarripa *et al.*, 2009). Hasta hace algunos años se mencionaba que *J. curcas* por ser una planta silvestre estaría libre de plagas y enfermedades, sin embargo, en muchas regiones del mundo se comprobó lo contrario. En la India y algunas regiones de México la planta requirió de pesticidas ante la fuerte presencia de plagas que estaban dañando al cultivo, lo que terminó por elevar los costos de producción (Valero, 2010; Ariza, 2008, citado por Urías *et al.*, 2015).

El incremento en la superficie sembrada de *J. curcas* para cultivo, ha traído como consecuencia la presencia de gran diversidad de artrópodos, que inicialmente solo buscaban refugio, sin embargo, probablemente debido a su interacción con los artrópodos, recientemente se ha reportado su vulnerabilidad al ataque de herbívoros a pesar de sus niveles de toxicidad (Gómez-Ruíz *et al.*, 2015). Dicha publicación reporta 78 artrópodos herbívoros de nueve órdenes y 31 familias que se alimentan de esta planta; además reportan 34 especies fitófagas en Centro y Sur de América, 30 especies en Asia y 21 especies presentes en África, con el mayor porcentaje de especies (54%) pertenecientes al orden Hemiptera (Lama *et al.*, 2015).

En México, se reportan 13 órdenes y 125 familias asociadas a *Jatropha* en los Estados de Chiapas, Morelos y Yucatán; los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera y Diptera agruparon el 85% de las familias registradas (Gómez-Ruíz *et al.*, 2015) además, de entre la entomofauna asociada a su cultivo se ha identificado la presencia de algunas especies con gran potencial para transmitir enfermedades a la planta debido a sus hábitos alimenticios (Méndez-López *et al.*, 2018).

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Estudiar la diversidad, abundancia y riqueza específica de la entomofauna asociada al cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.) y conocer la composición trófica de las especies identificadas en el Suroeste del estado de Morelos.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- a) Identificar los órdenes de artrópodos insectiles que se asocian al cultivo de *Jatropha curcas* L.
- b) Identificar familias y géneros de acuerdo a su importancia económica.
- c) Analizar la diversidad, riqueza específica y abundancia mediante índices de biodiversidad y grupos funcionales en el ecosistema.

## **1.2. Hipótesis**

Debido a que *Jatropha curcas* es un cultivo con ramificación abundante, follaje exuberante, presenta gran cantidad de inflorescencia expuesta y frutos de coloración llamativa, las plantas son un medio ideal para el alojamiento de un gran número de artrópodos, por lo que es probable identificar amplia diversidad y abundancia de especies de entomofauna, las que a su vez cumplen un rol importante en el funcionamiento del hábitat, entre las que se encuentran especies de importancia económica y ecológica.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo

El género *Jatropha* cuenta con 175 especies, de las cuales 45 se encuentran en México, donde 77% son endémicas (Martínez *et al.*, 2002). Es una planta perenne, cuya vida productiva se extiende de 45-50 años, es de crecimiento rápido, en condiciones favorables crece de 5 a 8 metros de altura (López, 2008). Pertenece a la familia Euphorbiceae y es un arbusto caducifolio de 4-6 m de altura; el diámetro del tronco aproximado es de 14-18 cm en arbustos adultos; con una corona delgada de ramas muy redondeadas y extendidas, las plantas jóvenes tienen una corona delgada e irregular; corteza externa lisa escamosa y muy delgada, de color pardo claro, con pequeñas lenticelas; corteza interna lisa verrugosa de color verde oscuro; látex blanquecino con sabor amargo, olor a hierba fresca; ramas de 3–5 cm de diámetro, de color verde claro y grisáceo con cicatrices marcadas (Kobilke, 1989).

El tallo es corto, la planta demuestra crecimiento articulado, con una discontinuidad morfológica en cada incremento (Kobilke, 1989).

Las flores son actinomorfas y dispuestas en racimos, cinco sépalos, de 5-7 mm de largo, corola de color amarillo verdoso campanulada, los pétalos de 0.5–1 cm de largo; 10 estambres unidos en la base con algunos abortivos, los filamentos delgados, las anteras ditécicas, con dehiscencia longitudinal, cinco nectarios presentes a un costado de la inserción de los estambres, ovario supero, trilocular con una placentación axilar, el estilo concrecente, el estigma dividido en seis partes (Heller, 1996).

En la inflorescencia, una flor femenina es rodeada normalmente por un grupo de las flores masculinas. Las flores masculinas abren por un período de 8-10 días en la inflorescencia. Las flores femeninas abren solamente 2-4 días y las bisexuales abren, pero raramente el ovario es funcional (Prakash *et al.*, 2007).

Las flores masculinas poseen 10 estambres, los sépalos y los pétalos, en las flores femeninas se agrandan gradualmente después de la fertilización de los óvulos y protegen de las condiciones ambientales al embrión (Prakash *et al*, 2007).

Las hojas son alternas de duración de 7-8 meses. Las hojas adultas de 15 a 20 cm de largo, 14 a 18 cm de ancho pentalobuladas, delgadas, glabras, haz de color verde claro con nervios mediales y secundarios color amarillo y ligeramente unidos, el envés de color verde opaco con los nervios mediales y secundarios muy pronunciados, el margen entero, el ápice agudo, la base cordada, pubescente por el envés, nerviación palmitifida, con cinco nervios principales originados desde la base de la hoja (Miller y Webster, 1962).

El polen es esférico, radical, con un diámetro de 77 nanómetros, sin aberturas, la superficie redondeada verrugosa. Número cromosómico:  $n=11$ ;  $2n=22$  (Miller y Webster, 1962).

El fruto es una drupa oval, de 4 a 5 cm de largo y 3 a 4 cm de ancho, en estado inmaduro presenta un color verde, mientras que al madurar se torna de un color amarillo de sabor amargo; contiene tres semillas de forma ovoide, de 20 a 24 mm de longitud y de 10-12 mm de ancho, tienen forma convexa en la parte dorsal y tectiforme en la ventral, presentando algunas líneas amarillentas, con una línea blanquecina apical, indicando la posición de la carúncula, el endospermo es grueso, el embrión está formado por cotiledones foliáceos, de 10-13 mm de longitud, de color blanco crema; las plántulas con cotiledones simples glabros y con la base redondeada, el margen entero; borde liso (Miller y Webster, 1962).

En cuanto a la forma de la raíz, ésta es variada debido a la forma de propagación de la especie, cuando es por semilla, sembrada directamente desarrolla un sistema normal, con cuatro raíces laterales, una raíz principal en el centro y con las raíces finas en gran abundancia. Cuando la planta se origina de semilleros dispuestos en bolsas o tubos de plásticos, las raíces no pueden crecer de forma normal, formando algunos

nodos, las raíces laterales llegan a presentar escamas y el desarrollo de las raíces finas es muy poca, por ello las raíces no pueden explorar tan profundamente (Sharma y Serraf, 2007b).

En cuanto a sus procesos fisiológicos el piñón presenta una etapa de dormancia inducida por las fluctuaciones de temperaturas, intensidad luminosa y precipitación que se llegan a presentar (Heller, 1996; Kobilke, 1989). En toda la planta se presenta gran cantidad de látex y gran parte de la planta se usa como medicinal en las comunidades donde se da de manera silvestre (Heller, 1996; Reyes, 2003).

La polinización está ligada al sistema de la planta, en este sentido se reporta que la receptividad del estigma se encuentra entre 2 a 4 días de abertura de las flores femeninas y entre las 9:30 a las 11:30 horas. El periodo de floración varía conforme a las condiciones ambientales y geográficas, dependiendo de esto, la flor abre sólo en periodos de 8-10 días y es el tiempo en el cual tiene que ocurrir el proceso de polinización (INIFAP, 2011).

## **2.2. Importancia económica**

El mejor aprovechamiento del piñón, para la producción de aceite vegetal, se consigue sembrándolo en plantaciones con manejo intensivo. En el estudio de mercado presentado por GEXSi en 2008, indicó que a nivel mundial a pesar de que la industria basada en la *Jatropha* aún está en una etapa muy temprana, ya se han sembrado 900,000 ha de ésta en el mundo. Más del 85% de estas plantaciones se encuentran en Asia, le siguen África con 120,000 ha y Latinoamérica con 20,000 ha. Se cultiva de esta manera en varios países entre los que destacan India y China con cien mil hectáreas sembradas en total (González *et al.*, 2011).

Se ha observado que las procedencias del piñón tienen variantes en su constitución bioquímica, las hay tóxicas por contener ésteres de forbol, y otras que son libres de

estas sustancias. Así, la toxicidad de la torta residual, obtenida después de la extracción del aceite, determina su uso como alimento (Espinosa y Riegelhaupt, 2010).

Por otro lado, en Yautepec y Cuautla, Morelos, se han seleccionado colectas de semillas no tóxicas, por lo que su empleo en la alimentación humana y animal se hace posible (Martínez *et al.*, 2006; Martínez, 2005; Martínez *et al.*, 2004). El SIAP para el 2011 registra 2,536 ha sembradas de *Jatropha* entre los estados de Quintana Roo (86 ha) y Yucatán (2,450 ha); sin embargo, no hay registro de la producción, valor y rendimiento.

Debido a que la planta de piñón mexicano no ha sido explotada comercialmente en México, no se cuenta con datos concretos sobre sus precios a nivel nacional, en este sentido Lazcano (2006) indicó que el precio de venta de la semilla de *J. curcas* para la industria es del orden de los \$1,660 por tonelada. Sin embargo, el IDESMAC para el 2008, indica que este fluctúa entre los 3,000 y 5,000 pesos.

### **2.3. Origen**

Aunque en la actualidad el piñón se distribuye como planta silvestre por todo el mundo y es cultivado en áreas tropicales de Centroamérica, Sudamérica, África, India, Sureste de Asia y Australia (Foidl *et al.*, 1996); sobre su origen, se menciona que proviene de México y Centroamérica (Heller, 1996).

*Jatropha curcas* L. es una especie con gran distribución en los trópicos y los subtrópicos (UNI, 1997; Martínez, 2005; Torres, 2007). Según Schmook, Serralta y Ku Vera (1997) fue trasladada a otros lugares del mundo por los navegantes portugueses a países de África y sudeste de Asia.

## **2.4. Usos actuales**

Actualmente en México no se tiene mucha experiencia en el cultivo agroindustrial de piñón mexicano. El arbusto ha sido utilizado para establecimiento de cercos vivos, barreras rompe vientos y reforestación para prevenir la erosión y recuperar áreas degradadas (Asturias, 2006). El INIFAP inició en el año 2007, una colecta nacional de germoplasma de *J. curcas*, principalmente en algunos estados del centro y sur de México; de esta colecta se obtuvieron 420 muestras, varias de las cuales no son tóxicas; todas fueron establecidas en el Banco Nacional de Germoplasma de *J. curcas*. Además, se instituyó el Programa de Investigación e Innovación en Bioenergía (PIIB) (Zamarripa *et al.*, 2010).

### **2.4.1. Medicinal**

Sirve para la elaboración de varios preparados, a partir de las diferentes partes de la planta: raíz, tallo, corteza, hojas y semillas. Se usan con fines medicinales y veterinarios por sus efectos diuréticos, contra edemas, estreñimiento, fiebre y dolores reumáticos. Del tallo se extrae látex, al cual se le atribuyen propiedades antibióticas contra algunas bacterias; además, tiene efectos coagulantes y antisépticos, al aplicarlo directo en heridas y cortadas, salpullidos, quemaduras e infecciones de la piel (Asturias, 2006). El aceite de las semillas se usa para enfermedades de la piel y para aliviar dolores, como los causados por el reumatismo.

### **2.4.2. Colorante**

El jugo de la hoja tiñe de color rojo la piel, y las telas de un color negro indeleble. La corteza contiene un 37% de taninos que aportan un pigmento azul oscuro. El látex también contiene un 10% de taninos y se puede usar como tinta (Asturias, 2006).

### **2.4.3. Alimenticio**

En los estados de Veracruz, Michoacán y Guerrero es ampliamente conocido su uso en la elaboración de alimentos; sin embargo, el proceso de selección de variedades comestibles se relaciona con la cultura Totonaca, las evidencias así lo indican, ya que en la región de Totonacapan, Veracruz, donde se le conoce como Xuta o Aishte, existe una gran variedad de platillos preparados con base en el piñón (Gómez *et al.*, 2009).

### **2.4.4. Energético**

Las semillas contienen de 45 a 48% de aceite, el cual puede ser transformado como combustible en sustitución del diésel. La producción de biodiesel que se puede alcanzar con este contenido de aceite es de 900 a 1,000 litros por hectárea al tercer o cuarto año de producción, mismos que se transforman en biodiesel, relación uno a uno más glicerina (Asturias, 2006).

### **2.4.5. Otros**

Las ramas y hojas también se usan para la elaboración de insecticidas y abonos orgánicos. Al respecto, la torta residual que resulta en la extracción del aceite también funciona como excelente abono, ya que tiene alto contenido en nitrógeno (4%), similar al del estiércol de gallina (Asturias, 2006).

## **2.5. Importancia**

El piñón mexicano es una planta multipropósitos que recientemente ha adquirido importancia como cultivo bioenergético a nivel mundial, debido a que el aceite que contienen sus semillas se usa para fabricar biodiesel (Foild *et al.*, 1996; Bassam,

1998). Si bien las semillas de *J. curcas* son generalmente tóxicas para el consumo humano, en algunos lugares de México las semillas de ciertas poblaciones de esta planta se comen solas, tostadas en comal o combinadas con otros ingredientes para preparar diferentes platillos (Martínez-Herrera, 2008). Algunas especies de *Jatropha* se están estudiando por su importancia en la medicina tradicional en diferentes partes de África, Asia y América, lo que ha motivado a la exploración química en busca de sustancias con acción antibacterial, antimicótica, anticancerígena e insecticida. Al respecto, algunos resultados han sido reportados por varios autores como Canales *et al.* (2005), Mothana y Lindequist, (2005) y Hamza *et al.* (2006).

La necesidad de buscar nuevas fuentes de energía renovable por el agotamiento de las reservas del petróleo, gas y carbón, que son formas de energía no renovables, ha incrementado la importancia de cultivos que se pueden usar como materias primas para la elaboración de biocombustibles, entre ellos, el piñón que se puede usar para elaboración de biodiesel (INIFAP, 2011).

## **2.6. Potencial**

Los resultados de un estudio de potencial productivo realizado por el INIFAP en su primera aproximación, muestran que existen más de seis millones de hectáreas en México con potencial alto y medio para el establecimiento de plantaciones de piñón mexicano, de las cuales alrededor de 2.6 millones son de alto potencial, en terrenos con altitudes entre 0-1000 msnm, temperaturas entre 18 y 28 °C y una precipitación de 600 a 1200 mm (Zamarripa y Díaz, 2008).

El potencial productivo determinado para el piñón mexicano en el estado de Hidalgo incluye las regiones: Huasteca Hidalguense, Sierra Gorda y Sierra de Tenango. Durante el proceso, se detectó una porción aceptable de áreas con alto potencial productivo en municipios colindantes con el estado de Veracruz, totalizando 65,889 ha; en términos de porcentaje, casi un 45% de la superficie total evaluada. El potencial

productivo medio alcanza las 64,341 ha, un 43% de la superficie total evaluada. La superficie con potencial productivo bajo fue mucho menor, representando solamente un 12% de la superficie total evaluada, concentrado principalmente en la Sierra Gorda (INIFAP, 2013).

Por los resultados que se mencionan, se recomienda que, para efectuar un programa de desarrollo y fomento del cultivo del piñón mexicano, se realice en las zonas de alto potencial en las regiones netamente tropicales, para lograr con éxito el impulso para la producción de *Jatropha* (INIFAP, 2013).

## **2.7. Relación con artrópodos**

En México la información disponible sobre plagas y otros organismos asociados al piñón es aún limitada; existe información sobre insectos asociados en Chiapas, Morelos y Puebla.

En Yautepec, Morelos se colectaron 92 individuos pertenecientes a 36 familias y ocho órdenes. Los grupos más abundantes y diversos fueron Hemiptera con ocho familias y 40 individuos, Coleoptera con siete familias y 18 individuos e Hymenoptera con seis familias y 10 individuos, mientras que los menos abundantes fueron Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Phasmatodea y Dermaptera. Entre estos insectos, los cuales fueron colectados en dos de cinco plantas muestreadas de piñón, se observaron adultos de *Leptoglossus zonatus* D. y *Pachycoris klugii* (Calyecac-Cortero *et al.*, 2011). Méndez-López *et al.* (2018), reportaron la presencia de 10 géneros de la familia Cicadellidae en una plantación comercial de *J. curca* en el Estado de Morelos.

En Jonotla, Puebla se colectaron 106 individuos ubicados taxonómicamente en 47 familias de 10 órdenes. Los grupos más abundante fueron Hemiptera con 11 familias y 30 individuos, Coleoptera con nueve familias y 26 individuos e Hymenoptera con ocho familias y 11 individuos. En menor abundancia siguieron los órdenes Diptera,

Lepidoptera, Orthoptera, Psocoptera, Blattodea, Odonata y Neuroptera. En esta localidad se encontró únicamente un macho de *L. zonatus* (Calyecac-Cortero *et al.*, 2011).

Para el caso de Chiapas se dispone de listas de organismos parcialmente identificados con énfasis en la Depresión Central del estado (Quiroga-Madrigal *et al.*, 2010). Entre estos organismos se han registrado 29 especies de fitófagos: tres asociadas a raíces y plántulas, 18 al follaje, tres a ramas y tallos, y cinco a frutos. Además, se han registrado 14 grupos de insectos entomófagos y arañas, y 11 grupos de polinizadores. Posteriormente, el mismo grupo de investigadores reportó 304 ejemplares asociados al fruto de *J. curcas* pertenecientes a Hemiptera (siete familias, 23 especies) y Orthoptera (una familia, una especie) (Morales-Morales *et al.*, 2011). Un estudio realizado demostró que la familia Coreidae tuvo la mayor diversidad de especímenes con 133 ejemplares ubicados en siete géneros y 12 especies. Las especies más abundantes fueron *L. zonatus*, *Acanthocephala femorata* F., *Mozena lunata* B., *H. intermedius*, *Chariesterus moestus* B. e *Hypselonotus concinnus concinnus* D. Los mismos autores mencionan que *Rhysocephala rufonotata* S., *Rhysocephala infuscata* R. (Hemiptera: Pentatomidae), *Salamancaniella alternata* D., *H. concinnus concinnus* (Hemiptera: Coreidae), *Agrosoma placetis* M., *Erythrogonia areolata* S. (Hemiptera: Cicadellidae) y *Sphenarium purpurascens* C. (Orthoptera: Eumastacidae) representan primeros registros como posibles plagas del fruto del piñón debido a que no encontraron ningún reporte de ellas en la literatura.

En el mundo existen gran cantidad reportes sobre enemigos naturales de insectos fitófagos de la planta de *J. curcas*. Algunos de estos enemigos naturales han sido reportados principalmente en la India, Nicaragua, Brasil y México. Entre los enemigos naturales reportados se encuentran depredadores, entomopatógenos y parasitoides, los cuales se alimentan o infectan diferentes estadios de los fitófagos. Algunos de estos enemigos naturales tienen potencial de uso en programas de control biológico, pues sus tasas de virulencia o parasitismo son altas en insectos considerados plagas clave del piñón. De hecho, algunos de ellos, han sido utilizados en programas de

manejo integrado de plagas del piñón en la India, Brasil, Nicaragua y México (Grimm y Guharay, 1998; Barrera-Sánchez, 2010; Sharma y Srivastava, 2010; Borges-Filho, 2011).

Entre las plagas clave a las cuales se han dirigido los programas de control biológico se encuentran las siguientes: *P. klugii*, *Picrophilus torridus* S., *L. zonatus*, *Scutellera nobilis* L. y *Pempelia morosalis* S.

## **2.8. Posibles plagas**

Nielsen (2010) menciona que cuando *J. curcas* crece como planta sola o en pequeños grupos raramente muestra daños por plagas y enfermedades, pero cuando se cultiva en plantaciones comerciales se presentan frecuentes e intensos brotes poblacionales de diversos organismos. Asimismo, este autor indica que se está incrementando la cantidad de reportes procedentes de todas partes del mundo sobre plagas y enfermedades que afectan al cultivo de *J. curcas*, aunque la mayoría son de menor importancia. La revisión a nivel mundial de Grimm y Maes (1997) enlista 27 organismos entre insectos y ácaros asociados a esta planta, y tan sólo para Chiapas, Quiroga-Madrigal *et al.* (2010) reportan casi 60 especies de artrópodos fitófagos.

Una de las plagas más importantes de *Jatropha* es la del ácaro dorado que, hasta el momento, solo ha sido identificado a nivel de género como *Aculops* sp. por la doctora Teresa Santillán Galicia, investigadora del Colegio de Postgraduados. El ácaro en *Jatropha* se comporta ligeramente distinto a la forma en que se comportan otros artrópodos de este grupo que se presentan en plantas. Por ejemplo, la población de la araña roja disminuye cuando vienen las precipitaciones, pero las del ácaro dorado continúan incrementando, y mientras haya brotes foliares es posible encontrarlos.

## 2.9. Enfermedades de *Jatropha curcas*

*Jatropha curcas* en una planta atacada por varios patógenos a lo ancho del mundo. Algunos ejemplos son los siguientes: en la india se ha reportado a *Rhizoctonia bataticola* (Kumar *et al.*, 2011) causando pudrición de la raíz de *J. curcas*. En Tailandia, se menciona la presencia de *Pseudocercospora* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Alternaria brassicicola* y *Phoma* sp., patógenos que causan canchros y pudriciones en ramas que provocan pérdidas en la producción (Srinophakun *et al.*, 2011). En Brasil, recientemente se describió una nueva especie de *Cercospora* patogénica a *J. curcas*: *Cercospora jatrohiphila* (Dianese *et al.*, 2014).

En el Cuadro 1, se presentan los géneros y especies de hongos fitopatógenos asociados a *J. curcas* en el sureste de México.

**Cuadro 1.** Hongos fitopatógenos asociados a *J. curcas* en el sureste de México.

Lugar de colecta	Órgano de aislamiento	Hongo diagnosticado
Yucatán	Raíz	<i>Fusarium equiseti</i>
Yucatán	Tallos-entrenudos	<i>Fusarium phaseoli</i>
Yucatán	Tallos	<i>Lasiodiplodia</i> sp.
Yucatán	Ápice	<i>Fusarium equiseti</i>
Yucatán	Hoja	<i>Alternaria alternata</i>
Yucatán	Hoja	<i>Colletotrichum</i> sp.
Yucatán	Hoja	<i>Pestalotiopsis</i> sp.
Chiapas	Hoja	<i>Phakopsora arthuriana</i>
Yucatán	Semillas	<i>Rhizopus</i> sp.
Yucatán	Vareta	<i>Phomopsis</i> sp.
Morelos	Ramas	<i>Phoma</i> sp.
Chiapas y Morelos	Frutos, hojas y pedúnculos florales	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
Morelos	Peciolos de hojas	<i>Colletotrichum truncatum</i>
Morelos	Tallos	<i>Colletotrichum siamense</i>
Morelos	Tallos	<i>Chaetomium cupreum</i>

## 2.10. Índices ecológicos

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992). El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Solbrig, 1991; Halffter y Ezcurra, 1992; Heywood, 1994; UNEP, 1992; Harper y Hawksworth, 1994).

Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerberg, 1991).

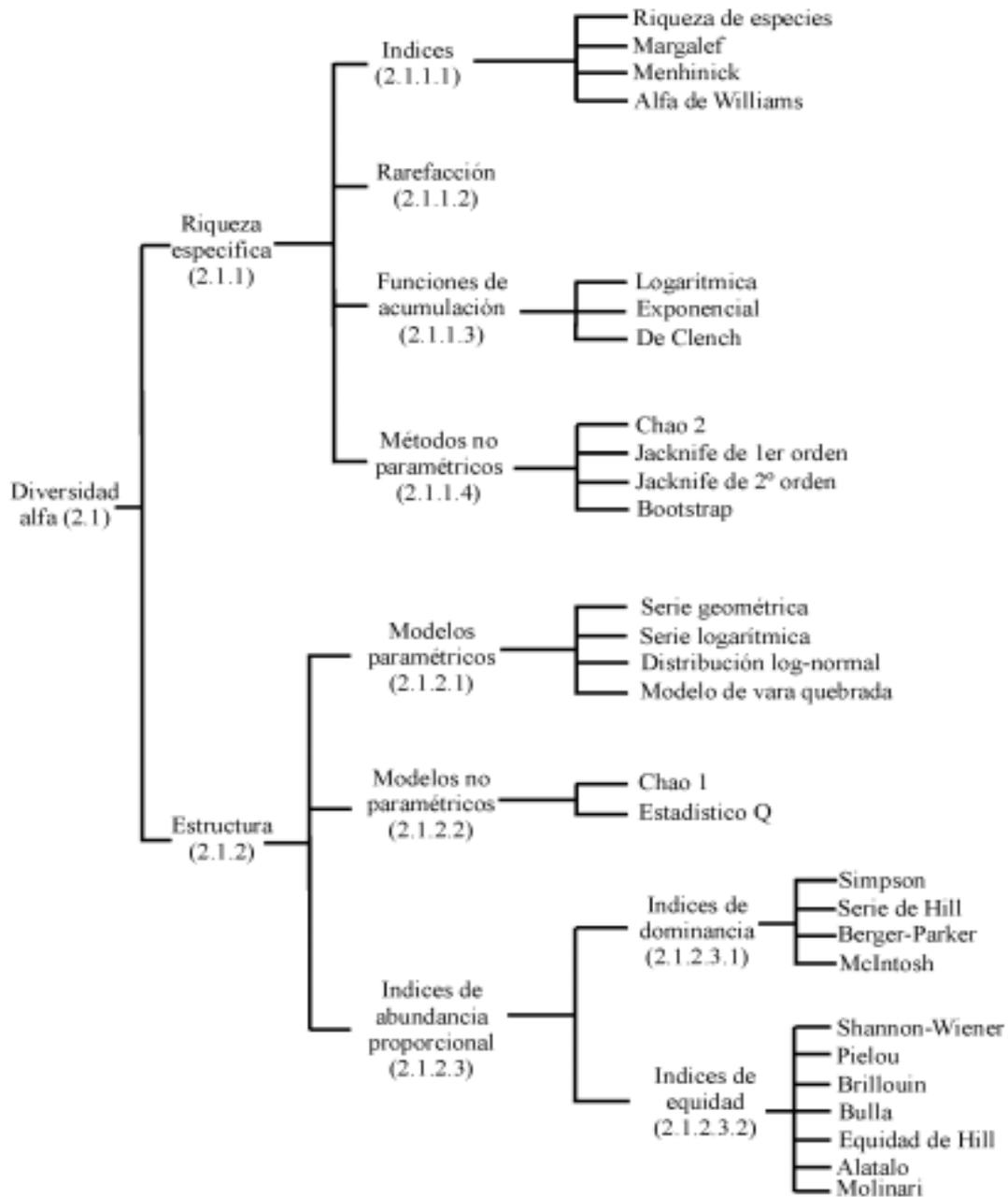
Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que

integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Moreno, 2001).

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, los dividimos en dos grandes grupos 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Figura 1) (Moreno, 2001).



**Figura 1.** Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa (Moreno, 2001. Manuales y tesis SEA).

### 2.10.1. Medición de riqueza específica

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad (Moreno, 2001).

Por tanto, la riqueza específica (S) es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

#### 2.10.1.1. Índice de diversidad de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S = k \sqrt{N}$  donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando  $S-1$ , en lugar de S, da  $D_{Mg} = 0$  cuando hay una sola especie.

### 2.10.1.2. Rarefacción

Permite hacer comparaciones de números de especies entre comunidades cuando el tamaño de las muestras no es igual. Calcula el número esperado de especies de cada muestra si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño estándar, es decir, si la muestra fuera considerada de  $n$  individuos ( $n < N$ ), ¿cuántas especies se habrían registrado?

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N-N_i)/n}{N/n}$$

donde:

$E(S)$  = número esperado de especies

$N$  = número total de individuos en la muestra

$N_i$  = número de individuos de la  $i$ ésima especie

$n$  = tamaño de la muestra estandarizado

Este método tiene la desventaja de que, al hacer una intrapolación, desaprovecha mucha información, ya que toma como medida general para todas las muestras el tamaño de la muestra más pequeña, dejando a un lado los datos extra de muestras con mayor esfuerzo de muestreo (Ludwig y Reynolds, 1988). El límite máximo de extrapolación por rarefacción es determinado por el tamaño de la muestra más grande. Un problema serio de sobrestimación puede ocurrir cuando la muestra proviene de una comunidad con distribución agregada, por lo cual se recomienda usar muestras grandes y ampliamente dispersas a través de la comunidad (Baev y Penev, 1995).

Krebs (1989) describe detalladamente este método y analiza las restricciones de su uso en ecología: 1. Las muestras a ser comparadas deben ser consistentes desde el punto de vista taxonómico, esto es, que todos los individuos pertenezcan al mismo grupo taxonómico supra específico; 2. El diseño de muestreo puede diferir en la intensidad del muestreo, pero no en el método de colecta; 3. Los tipos de hábitat de donde se obtienen las muestras deben ser similares.

### **2.10.2. Índices de abundancia proporcional**

Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad (Moreno, 2001).

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

#### **2.10.2.1. Índice de Simpson**

$$\lambda = \sum P_i^2$$

donde:

$P_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996).

### **2.10.3. Índices de equidad**

Peet (1974) clasificó el índice de equidad como aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie (Moreno, 2001). Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad. Al respecto se pueden encontrar discusiones profundas en Peet (1975), Camargo (1995), Smith y Wilson (1996) y Hill (1997).

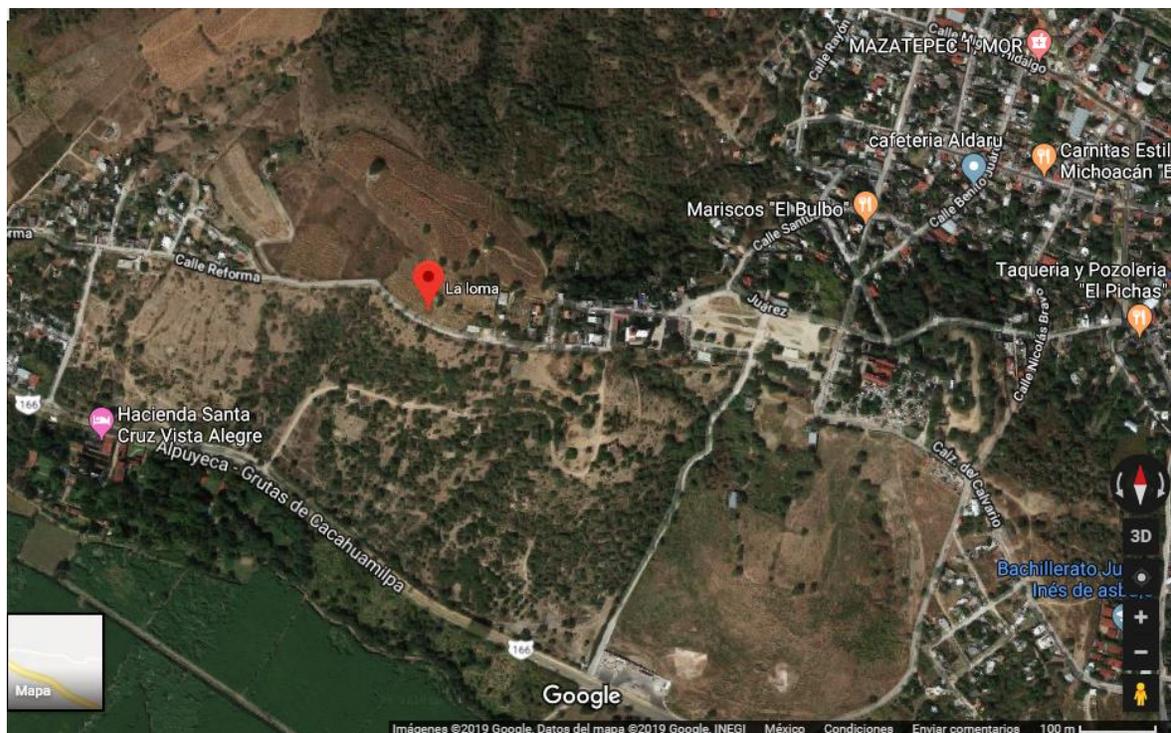
#### **2.10.3.1. Índice de Shannon-Wiener**

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

### III. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en una plantación comercial de piñón mexicano, la cual tiene cuatro años de establecida, el material vegetal proviene de un genotipo experimental avanzado de *Jatropha curcas* no toxica con alto potencial productivo; el terreno donde se desarrolla la producción se ubica entre las coordenadas 18°43'46.8" Latitud Norte y 99°22'29.99" Longitud Oeste a 1,270 msnm en Mazatepec, Morelos, México (Figura 2). El clima de la región se clasifica según Köppen, modificado por García (1998), como cálido subhúmedo, con veranos calurosos, temperatura media de 24°C y precipitación media anual de 800 mm.



**Figura 2.** Ubicación del predio donde se encuentra establecida la plantación de *Jatropha curcas* L., en Mazatepec, Morelos.

### **3.1. Procedimiento**

#### **3.1.1. Recolecta de especímenes**

Los muestreos se realizaron cada 15 días durante el periodo de septiembre a noviembre de 2016. La colecta de los especímenes se hizo de manera directa con red entomológica por golpe de 36 cm de diámetro. Se consideraron cinco árboles, para hacer los muestreos en la periferia de forma total, de arriba hacia abajo.

#### **3.1.2. Manejo de las muestras**

El material colectado se conservó en alcohol etílico (70%) y fue trasladado a la Universidad Autónoma Chapingo, en Texcoco, Estado de México, para su procesamiento, limpieza e identificación taxonómica.

#### **3.1.3. Identificación de los especímenes**

La identificación taxonómica fue realizada por técnicos expertos en taxonomía de insectos del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y fueron corroborados en el caso de algunos géneros en el Departamento de Botánica con auxilio de claves taxonómicas generadas por Nielsen (1968), y por comparación en la página web <https://bugguide.net> del Department of Entomology of Iowa State University.

#### **3.1.4. Abundancia y diversidad**

El total de especies, así como el total de individuos recolectados quincenalmente se determinó por conteo directo de los insectos. Los totales se dividieron en dos grupos:

total por estrato arbóreo muestreado y total por fecha de muestreo. Estos totales se utilizaron para determinar los valores de abundancia de los géneros por estrato arbóreo y valores quincenales de riqueza de géneros.

Se determinaron los índices de diversidad mediante la metodología propuesta por Shannon & Weaver (1949), así como los índices de equidad, índice de diversidad de Shannon (1949) y de Margalef (1949) para conocer cómo se distribuyen los individuos encontrados con respecto a los géneros hallados; así también, se generaron curvas de rarefacción para determinar la riqueza. Todos estos índices se calcularon mediante el paquete computacional BIODIVERSITY Pro.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Composición de la diversidad de la entomofauna

Durante el periodo de colectas para determinar la entomofauna asociada al cultivo de *Jatropha curcas* se capturaron 1,447 individuos, estos estuvieron agrupados en 14 órdenes, 107 familias y 190 especies (Cuadro 2). Se destaca al Orden Hemiptera con 25 familias, lo que representó el 23.364% del total identificadas, seguido por Diptera (20), Hymenoptera (19) y Coleoptera (18), representando 18.692%, 17.757%, 16.822% correspondientemente; mientras que los órdenes Dermaptera, Homoptera, Mantodea, Psocoptera, Sterpsiptera y Symphlipeon estuvieron representados por solo una familia cada uno de ellos, lo que en términos porcentual les representó el 0.935%, respectivamente. Estos resultados superan a los reportados por Calyecac-Cortero *et al.* (2011), quienes realizaron colectas en Yautepec, Morelos y del total de 92 especímenes colectados por éstos autores, los artrópodos se agruparon en 36 familias y ocho órdenes.

En cuanto a especies, el Orden Hemiptera fue que presentó mayor abundancia con 60 especies (31.746%), seguido por Coleoptera (42), Hymenoptera (29) y Diptera (25) los que en conjunto representaron el 50.794% del total de especies recolectadas; en tanto que Dermaptera, Homoptera, Mantodea, Psocoptera, Sterpsiptera y Symphlipeon presentaron una especie con un porcentaje del 0.529%.

Para el caso de la abundancia, el orden que manifestó más individuos fue Hemiptera con 704 ejemplares y un porcentaje de 48.652%, el total de especímenes capturados; en los órdenes Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera se recolectaron 252, 219, 124 y 70 individuos, respectivamente, lo que en conjunto representó el 45.957% (Cuadro 2). En este sentido Calyecac-Cortero *et al.* (2011), reportan que los grupos más abundantes y diversos en el cultivo de *J. curcas* fueron Hemiptera con ocho familias y 40 individuos, Coleoptera con siete familias y 18 individuos e Hymenoptera

con seis familias y 10 individuos, mientras que los menos abundantes fueron Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Phasmantodea y Dermaptera.

Los órdenes Homoptera y Psocoptera, solo se capturaron dos individuos en cada caso (0.276%) y para Mantodea, Sterpsiptera y Symphlipeon presentaron solo un ejemplar con un porcentaje del 0.207% (Cuadro 2), por lo que probablemente su presencia en las plantas de *J. curcas* es accidental.

**Cuadro 2.** Familias, especies e individuos que integran los órdenes de la entomofauna asociada al cultivo de *Jatropha curcas* L.

ORDEN	FAMILIA		ESPECIES		INDIVIDUOS	
	N°	%	N°	%	N°	%
Coleoptera	18	16.822	42	22.222	252	17.415
Dermaptera	1	0.935	1	0.529	5	0.346
Diptera	20	18.692	25	13.228	219	15.135
Hemiptera	25	23.364	60	31.746	704	48.652
Homoptera	1	0.935	1	0.529	2	0.138
Hymenoptera	19	17.757	29	15.344	124	8.569
Lepidoptera	11	10.280	16	8.466	70	4.838
Mantodea	1	0.935	1	0.529	1	0.069
Neuroptera	3	2.804	3	1.587	12	0.829
Orthoptera	3	2.804	6	3.175	25	1.728
Psocoptera	1	0.935	1	0.529	2	0.138
Sterpsiptera	1	0.935	1	0.529	1	0.069
Symphlipeon	1	0.935	1	0.529	1	0.069
Thysanoptera	2	1.869	3	1.058	29	2.004
	<b>107</b>	<b>100</b>	<b>190</b>	<b>100</b>	<b>1447</b>	<b>100</b>

En el Cuadro 3 se indican los órdenes presentes en el cultivo de *Jatropha curcas* y sus respectivas familias identificadas en el estudio durante todo el periodo de muestreo. El Orden Hemiptera sobresale por su abundancia y del cual se destaca la presencia de las Familias Coreidae, Cicadellidae, Pentatomidae y Scuteleridae. En el estado de Veracruz se reportó la presencia de Coreidae, Scutelleridae, Cicadellidae, todas del

orden Hemiptera (Morales-Morales *et al.*, 2011) ya que estas han sido reportadas como plagas de hojas y frutos del piñón en México. (Calyecac-Cortero *et al.*, 2011; Morales-Morales *et al.*, 2011; Méndez-López *et al.*, 2018).

**Cuadro 3.** Clasificación de familias que integran los géneros de la entomofauna recolectada en *Jatropha curcas* L.

<b>Coleoptera</b>	<b>Diptera</b>	<b>Hemiptera</b>	<b>Hymenoptera</b>	<b>Lepidoptera</b>
1. Anobiidae	1. Agromyzidae	1. Achilidae	1. Apidae	1. Arctiidae
2. Attelabidae	2. Asilidae	2. Anthocoridae	2. Ampulicidae	2. Crambidae
3. Bostrichidae	3. Bombyliidae	3. Aphididae	3. Anthophoridae	3. Gelechiidae
4. Bruchidae	4. Cecidomyiidae	4. Cercopidae	4. Bethylidae	4. Geometridae
5. Cantharidae	5. Chamaemyiidae	5. Cicadellidae	5. Braconidae	5. Hesperidae
6. Carabidae	6. Chironomidae	6. Cixiidae	6. Chalcididae	6. Lycaenidae
7. Cerambycidae	7. Chloropidae	7. Coccidae	7. Colletidae	7. Lymantriidae
8. Chrysomelidae	8. Culicidae	8. Coreidae	8. Diaprididae	8. Noctuidae
9. Cleridae	9. Curtonotidae	9. Delphacidae	9. Encyrtidae	9. Pyralidae
10. Coccinelidae	10. Dolichopodidae	10. Dictyopharidae	10. Eulophidae	10. Sesiidae
11. Curculionidae	11. Heleomyzidae	11. Flatidae	11. Formicidae	11. Sphingidae
12. Elateridae	12. Muscidae	12. Fulgoridae	12. Halictidae	
13. Latridiidae	13. Mycetophilidae	13. Geocoridae	13. Ichneumonidae	<b>Dermaptera</b>
14. Melyridae	14. Phoridae	14. Membracidae	14. Megachilidae	1. Forficulidae
15. Modellidae	15. Stratiomyidae	15. Miridae	15. Melittidae	
16. Nitidulidae	16. Syrphidae	16. Nabidae	16. Mymaridae	<b>Homoptera</b>
17. Scarabaeidae	17. Tabanidae	17. Pachygronthidae	17. Pteromalidae	1. Ortheziidae
18. Staphylinidae	18. Tachinidae	18. Pentatomidae	18. Scelionidae	
	19. Tephritidae	19. Pseudococcidae	19. Torymidae	<b>Orthoptera</b>
<b>Neuroptera</b>	20. Ulidiidae	20. Reduviidae		1. Gryllidae
1. Chrysopidae		21. Rhopalidae	<b>Mantodea</b>	2. Acrididae
2. Hemerobiidae	<b>Thysanoptera</b>	22. Rhyparochromidae	1. Mantidae	3. Tettigoniidae
3. Mantispidae	1. Phlaeothripidae	23. Scutelleridae		
	2. Thripidae	24. Tingidae	<b>Sterpsiptera</b>	<b>Symphlepeon</b>
		25. Triozidae	1. Halictophagidae	1. Bourletiellidae

## 4.2. Fluctuación poblacional de Familias y Especies

En cuanto a la fluctuación poblacional por fecha de muestreo, en el Cuadro 4 se indica el desglose de las familias y las especies con su respectivo número de individuos capturados conforme a la fecha de muestreo en el cultivo de *J. curcas*. El número de familias y de especies tuvo una fluctuación importante entre fechas de muestreo; sin embargo, en el muestreo realizado el 7 de septiembre las especies *Draeculacephala sp. B.* (Hemiptera: Cicadellidae), *L. mendax* (Hemiptera: Miridae) y *Epichlorops sp.* (Diptera: Chloropidae) fueron las que presentaron la mayor abundancia de especímenes con 28, 27 y 10 respectivamente.

En el segundo muestreo (21 de septiembre), las especies con mayor abundancia fueron *L. mendax* (Hemiptera: Miridae), *Dikrella sp. O.* (Hemiptera: Cicadellidae), *Epichlorops sp.* (Diptera: Chloropidae) y *Aplomyiopsis sp.* (Diptera: Tachinidae) al presentar 38, 32, 11 y 11 individuos, correspondientemente. Para los dos muestreos del mes de octubre (05 y 19), las especies *Epichlorops sp.* (22 y 24), *L. mendax* (12 y 14), *Carpophilus sp. S.* (Coleoptera: Nitidulidae) (16 y 14), además de *Oncometopia sp. S.* (Hemiptera: Cicadellidae) (21), en la segunda recolecta de octubre fueron las de mayor abundantes (Cuadro 4).

En los muestreos realizados en el mes de noviembre (02, 16 y 30) se observó un descenso en el número de familias y de especies capturadas; sin embargo, destacan *Draeculacephala sp.* (en las tres fechas) y *Oncometopia sp.* (en dos fechas) ambas Hemiptera: Cicadellidae, las especies con mayor abundancia de individuos capturados (Cuadro 4). En un estudio realizado por Méndez-López *et al.*, 2018, investigando la diversidad y abundancia de chicharritas en *Jatropha curcas*, se encontró al género *Draeculacephala* con la mayor abundancia de especímenes presentes (154).

Cabe destacar que solo seis entre especies fueron consistentes y tuvieron presencia en los siete muestreos realizados *R. mexicanus* (Coleoptera: Attelabidae), *Bruchus sp.* (Coleoptera: Bruchidae), *Epichlorops sp.* (Diptera: Chloropidae), *O. tristicolor*

(Hemiptera: Anthocoridae), *Draeculacephala* sp. (Hemiptera: Cicadellidae), y *L. mendax* (Hemiptera: Miridae), aunque no necesariamente sean las de mayor abundancia en el cultivo de *J. curcas*. Por otro lado, algunas especies no fue posible hacer su identificación por lo que en esos casos únicamente se indica la familia a la que pertenecen (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Familias, especies y abundancia de entomofauna capturados en el periodo septiembre-noviembre de 2016, en el cultivo de *Jatropha curcas* L. en Mazatepec, Morelos.

Familia	Especie	Sept		Oct		Nov			Ind
		07	21	05	19	02	16	30	
Anobiidae	<i>Anobium</i> sp.	2	10	4	8		6	7	37
Attelabidae	<i>Rhynchites mexicanus</i>	6	4	1	3	5	4	3	26
Bostrichidae	<i>Prostephanus truncatus</i>		1						1
Bruchidae	<i>Bruchus</i> sp.	3	1	2	1	1	2	2	12
Bruchidae	<i>Megacerus</i> sp.	2	2						4
Cantharidae	<i>Chauliognathus</i> sp.	2		2					4
Carabidae	<i>Labia latreille</i>	2			1	1			4
Cerambycidae	<i>Anoplodera canadensis</i>					1			1
	<i>Desmocerus</i> sp.					1			1
	<i>Acalymma</i> sp.				1				1
	<i>Anomoea</i> spp.				1				1
	<i>Chaetocnema</i> sp.			1					1
	<i>Chalepus</i> sp.		2	2					4
	<i>Chryptocephalus</i> sp.	2			3	3			8
	<i>Colaspis</i> sp.	1		1			1		3
Chrysomelidae	<i>Diabrotica balteata</i>	1	3		1				5
	<i>Diachus</i> sp.				3		1		4
	<i>Diphaulaca áulica</i>		2	1					3
	<i>Dysonichia</i> sp.	3	4		1				8
	<i>Epitrix tuberis</i>	1							1
	<i>Odontota</i> sp.	1							1
	<i>Enoclerus</i> sp.	1				1		1	3
Cleridae	<i>Cycloneda sanguínea</i>		2						2
	<i>Epilachna tredecimnotata</i>	1							1
Coccinelidae	<i>Hippodamia convergens</i>	1			1			1	3
	<i>Scymnus</i> sp.			1					1
Curculionidae	<i>Apion godmani</i>	1	2			2			5
	<i>Epicaerus</i> sp.				1				1

		...continuación Cuadro 4							
	<i>Nicentrites testaceipes</i>							1	1
	<i>Scolytus sp.</i>		1						1
Elateridae	<i>Ctenicera sp.</i>				1				1
Latridiidae	<i>Melanophthalma americana</i>	1							1
Melyridae	<i>Malachius aeneus</i>	2		1	2	1	1	2	9
Mordellidae	<i>Mordella sp.</i>		1					1	2
	<i>Carpophilus sp.</i>			16	14	10	8		48
Nitidulidae	<i>Conotelus mexicanus</i>				1	1	2		4
	<i>Lobiopa sp.</i>	7		1	1	1	2	5	17
	<i>Cotinis mutabilis</i>		2	2		2	3	1	10
Scarabaeidae	<i>Cotinis nítida</i>	1	1	2			1		5
	<i>Cyclocephala sp.</i>		2		1				3
	<i>Euphoria sp.</i>			1	4	3			8
Staphylinidae	<i>Stenus sp.</i>			1					1
Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>	1		1	2		1		5
Agromyzidae	<i>Agromyza sp.</i>	3	1	2	1	2			9
Asilidae	<i>Efferia sp.</i>	1	1	1	2		1		6
Bombyliidae	<i>Anthrax sp.</i>			1	1				2
Cecidomyiidae	<i>Stenodiplosis sorghicola</i>			1					1
Chamaemyiidae	<i>Chamaemyia sp.</i>	3							3
Chironomidae	<i>Chironomus plumosus</i>	1	5		3	1	2		12
Chloropidae	<i>Epichlorops sp.</i>	10	11	22	24	12	9	9	97
	<i>Thaumatomyia sp.</i>	1				1			2
Culicidae	<i>Anopheles sp.</i>		7			1			8
Curtonotidae	<i>Curtonotum sp.</i>		5						5
Dolichopodidae	<i>Dolichopus sp.</i>	2	5	1	2	2	1		13
Heleomycidae	<i>Amoebaleria sp.</i>			1		1			2
Muscidae	<i>Musca domestica</i>					1		1	2
Mycetophilidae	<i>no identificado</i>			1					1
Phoridae	<i>Metopina subarcuata</i>	2		3	1	3	3		12
Stratiomyidae	<i>Stratiomys laticeps</i>				1				1
Syrphidae	<i>Eristalis sp.</i>		2						2
Tabanidae	<i>Tabanus atratus</i>				2	1	1		4
	<i>Aplomyiopsis sp.</i>	4	11						15
Tachinidae	<i>Archytas sp.</i>	1			1	1			3
	<i>Euphorocera sp.</i>		2						2
	<i>Winthemia sp.</i>			3					3
Tephritidae	<i>Rhagoletis sp.</i>	1	1						2
	<i>no identificado</i>	2	1	1		1			5
Ulidiidae	<i>Euxesta sp.</i>			2	2				4
Achilidae	<i>Catonia sp.</i>		1						1
Anthocoridae	<i>Chalepus sp.</i>		1						1

		...continuación Cuadro 4							
	<i>Orius tristicolor</i>	9	8	2	5	1	2	2	29
Aphididae	<i>Sitobion avenae</i>				6		4		10
	<i>Aeneolamia albofasciata</i>	1		1		1			3
Cercopidae	<i>Aeneolamia inca</i>	1		1					2
	<i>Clastoptera sp.</i>		2				1		3
	<i>Apogonalia sp.</i>	1	1		1				3
	<i>Apogonalia stali</i>	2							2
	<i>Circulifer sp.</i>			2				1	3
	<i>Circulifer tenellus</i>	2			1	1		2	6
	<i>Dikrella sp.</i>		32	4	13		9		58
	<i>Draeculacephala sp.</i>	28	9	7	8	16	29	41	138
	<i>D. trinchetra</i>	4	2			3	3	4	16
Cicadellidae	<i>Empoasca fabae</i>		3	9		8	1	4	25
	<i>Empoasca sp.</i>					3		1	4
	<i>Erythroneura sp.</i>					2	1	1	4
	<i>Hecalus sp.</i>	1	2	1			7		11
	<i>Homalodisca sp.</i>			1	1		2		4
	<i>Homalodisca vitripennis</i>	2		1	1	3	4		11
	<i>Oncometopia sp.</i>		8	1	21	6	19	12	67
	<i>Tylozygus fasciatus</i>	3	2		1				6
	<i>Tylozygus sp.</i>	4	5	1	2		2		14
Cixiidae	<i>Cixius angustatus</i>			1	1				2
	<i>Oecleus sp.</i>			2	1				3
Coccidae	<i>no identificado</i>							1	1
Coreidae	<i>Anasa sp.</i>	1	4				2	1	8
	<i>Leptoglossus zonatus</i>					1	4	2	7
Delphacidae	<i>Sternocranus sp.</i>			1			2		3
Dictyopharidae	<i>Scolops sp.</i>		2	1	1			1	5
Flatidae	<i>no identificado</i>					1		1	2
Fulgoridae	<i>Cryptopus sp.</i>	1							1
Geocoridae	<i>Geocoris sp.</i>	1							1
	<i>Aconophora projecta</i>		1			2	2		5
Membracidae	<i>Archasia sp.</i>	1							1
	<i>Entylia concisa</i>			3					3
	<i>Adelphocoris sp.</i>	1		2	2		1		6
	<i>Halticus sp.</i>						1		1
Miridae	<i>Lygidea mendax</i>	27	38	12	14	2	6	4	103
	<i>Lygus lineolaris</i>	6	3	4			2	2	17
Nabidae	<i>Nabis americanoferus</i>		1	1					2
Pachygronthidae	<i>Phlegyas abbreviatus</i>	2							2
	<i>Murgantia histrionica</i>			1				2	3
Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>		1				3		4

...continuación Cuadro 4

	<i>no identificado</i>	1					2	3
	<i>Podisus maculiventris</i>	2						2
	<i>Thyanta sp.</i>		4		1		2	1 8
Pseudococcidae	<i>no identificado</i>				2			2
	<i>Barce uhleri</i>				1			1
Reduviidae	<i>Sinea diadema</i>	3	1	1	2		2	4 13
Rhopalidae	<i>Arhyssus sp.</i>	1			1	1	2	1 6
	<i>Eremocoris sp.</i>	1				1		2
Rhyparochromidae	<i>Myodocha sp.</i>		1		1			2
Scutelleridae	<i>Pachycoris sp.</i>		1	3	4	2	2	1 13
	<i>Acalypta sp.</i>	1		2	3	4	5	4 19
	<i>Acalypta lillianis</i>					2		1 3
Tingidae	<i>Atheas sp.</i>					1		1
	<i>Corythucha sp.</i>	3		4	1	1	1	2 12
	<i>no identificado</i>		2					2
Triozidae	<i>Trioza anceps</i>	5	2	1				3 11
Ortheziidae	<i>Orthezia sp.</i>					2		2
Ampulicidae	<i>Ampulex sp.</i>		3	1	1			5
Anthophoridae	<i>Anthophora sp.</i>			2				1 3
	<i>Apis mellifera</i>						1	1
Apidae	<i>Melecta sp.</i>				1			1
	<i>Melipona sp.</i>					5		5
Bethylidae	<i>no identificado</i>	1			1	1		1 4
	<i>Apanteles sp.</i>		1					1
	<i>Apanteles diatraeae</i>	1	1		1	1	2	6
Braconidae	<i>Chelonus texanus</i>	1						1
	<i>Phanomeris phyllotomae</i>	2	2	1		2		1 8
	<i>Phanomeris sp.</i>		1		1		2	4
Chalcididae	<i>Chalcis sp.</i>		2	1	1			4
Colletidae	<i>Hylaeus sp.</i>	2						2
Diapriidae	<i>no identificado</i>		2			1		3
Encyrtidae	<i>no identificado</i>	1				2	5	1 9
Eulophidae	<i>no identificado</i>	1	1	1	2		2	1 8
	<i>no identificado</i>			1				1
Formicidae	<i>Lasius alienus</i>		1					1
	<i>Solenopsis sp.</i>	1			1			2
	<i>Agapostemon sp.</i>		1		1	1		3
Halictidae	<i>Sphecodes sp.</i>			1				2 3
Ichneumonidae	<i>Phobocampe sp.</i>					1		1
	<i>Coelioxys dubiata</i>					1		1
Megachilidae	<i>Megachile sp.</i>			1				1
Melittidae	<i>no identificado</i>			3				3

...continuación Cuadro 4

Mymaridae	<i>no identificado</i>	1	1	1	1	1	1	6
Pteromalidae	<i>no identificado</i>	1	4		4	2	3	14
Scelionidae	<i>no identificado</i>		1			1	2	4
Torymidae	<i>Torymus sp.</i>	4	2	1	11		2	20
Arctiidae	<i>no identificado</i>				3	2		5
Crambidae	<i>Crambus sp.</i>			2	1			3
	<i>Keiferia lycopersicella</i>			1	1	2		5
Gelechiidae	<i>Pectinophora gossypiella</i>	1	2	1		2		8
	<i>Phthorimaea operculella</i>	2		1				4
Geometridae	<i>no identificado</i>	5			4	1	4	16
Geometridae	<i>Nepytia conosaria</i>			3	2		2	8
	<i>Perthophlebia sp.</i>					1	1	6
Hesperiidae	<i>Ancyloxypha sp.</i>							1
	<i>Thorybes pylades</i>			2				2
Lycaenidae	<i>Thecla sp.</i>				1			1
Lymantriidae	<i>no identificado</i>						1	1
Noctuidae	<i>Spodoptera sp.</i>	1			1			3
Pyralidae	<i>Pyralis sp.</i>	1	3					4
Sesiidae	<i>Synanthedon sp.</i>	1						1
Sphingidae	<i>no identificado</i>			1	1			2
Mantidae	<i>Stagmomantis sp.</i>						1	1
Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>			1	2	1	1	8
Hemerobiidae	<i>Hemerobius sp.</i>					1		1
Mantispidae	<i>Mantispa cincticornis</i>	2					1	3
Acrididae	<i>Sphenarium purpureaceae</i>	1	2			1	1	6
Gryllidae	<i>Oecanthus sp.</i>				2			3
	<i>Conocephalus sp.</i>	2					2	4
	<i>Microcentrum rhombi</i>			1				1
Tettigoniidae	<i>Scudderia furcata</i>			1		2		3
	<i>Scudderia sp.</i>			1	2	2	2	8
	<i>no identificado</i>			1		1		2
Halictophagidae	<i>Halictophagus serretus</i>					1		1
Bourletiellidae	<i>Bourletiella sp.</i>				1			1
Phlaeothripidae	<i>Gynaikothrips ficorum</i>	5	10	1		1	9	26
Thripidae	<i>Caliothrips sp.</i>					1		1
	<i>Thrips tabaco</i>			2				2

### 4.3. Análisis de los indicadores de diversidad de la entomofauna

La distribución de los 1,447 individuos totales capturados fluctuó desde 271 en la recolecta de septiembre-21 hasta 157 en la realizada en noviembre-30, con una media de 206.71 especímenes por muestreo; en cuanto a la riqueza de familias, esta se presentó en un rango de 61 en el muestreo de octubre-05 hasta 37 para la recolecta de noviembre-30 y promedio de 51.29 familias por fecha de recolecta (Cuadro 5). El número de especies por fecha de muestreo tuvo un comportamiento similar al de las familias en el sentido de que las mismas fechas presentaron los valores mayores y menores, por lo que, en octubre-21 se registró la mayor abundancia con 86 especies mientras que en noviembre-30 únicamente se registraron 54 especies, con un promedio de 74.71 especies por muestreo. Este comportamiento en el poblacional se explica por el hecho de que las plantas de *Jatropha* se defolia en la estación otoñal, por lo que, al no tener el follaje que les brinde protección la entomofauna migra hacia otras áreas de vegetación para refugiarse.

En cuanto a los análisis de los índices de diversidad, los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) manifiesta estabilidad ya que se encuentran en un rango de 1.71 a 1.414 bits·individuo<sup>-1</sup>, con media de 1.62, en donde los muestreos realizados en octubre-05 y noviembre-02 fueron los más diversos con 1.71 y 1.703 bits·individuo<sup>-1</sup>, mientras que la recolecta de noviembre-30 fue el de menor diversidad con 1.414 bits·individuo<sup>-1</sup>. Sin embargo, los resultados indican diversidad moderada ya que de acuerdo con Magurran (1988), menciona que en el índice de Shannon-Wiener valores inferiores a 1.5 bits·individuo<sup>-1</sup> representan baja diversidad, valores entre 1.6 a 3.0 la diversidad es moderada y valores superiores a 3.1 indican alta diversidad de especies.

Para el índice de Simpson ( $D_{SI}$ ), los valores se presentaron entre 0.082 a 0.025 bits·individuo<sup>-1</sup> con media de 0.04, estos valores en general manifiestan baja dominancia de especies, lo que se atribuye a que muy pocas especies presentaron abundancia mayor a 10 individuos por fecha de recolecta.

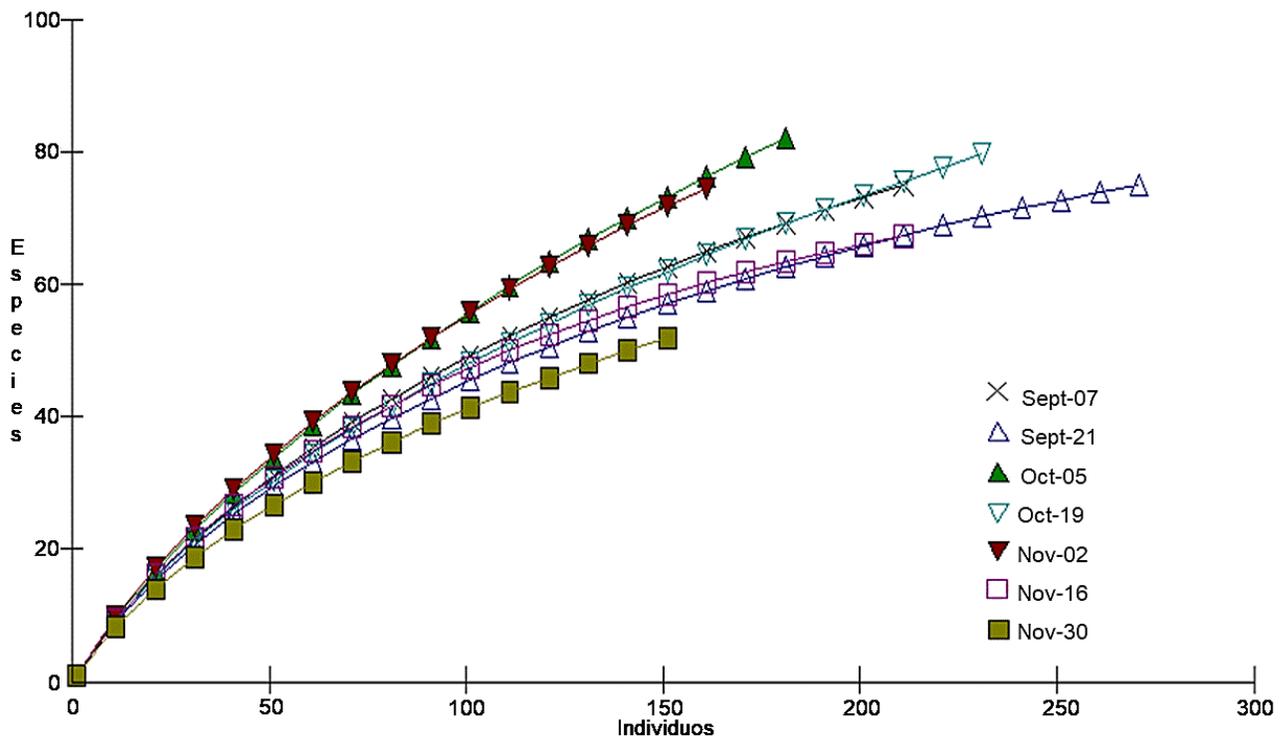
En cuanto a la riqueza específica estimada, de acuerdo con los resultados generados con el índice de Margalef indican que la riqueza estimada por muestreo en el cultivo de piñón es alta, este índice se encontró en un rango entre 77.683 hasta 86.07 especies y una media de 81.98 especies por muestreo, estos datos representan estabilidad en la riqueza específica a través del periodo de muestreo. Estos resultados indican que el cultivo de *Jatropha* representa un hábitat propicio para el alojamiento de un gran número de especies de artrópodos; sin embargo, entre la diversidad que se identificó en esta investigación, se reporta un número importante de especies consideradas como plaga en el cultivo de la *Jatropha*, y que afectan diferentes órganos de la planta, tal es el caso de: *Pachycoris* sp. (Hemiptera:Scutelleridae) que se alimenta de los frutos y semillas al igual que *P. torridus* (Scopoli) y *P. klugii* (López-Guillen *et al.*, 2012). La especie *Ectomyelois muriscis* D. (Lepidoptera: Pyralidae) es un insecto herbívoro que fue reportado por primera ocasión alimentándose de *J. curcas* por Gómez-Ruíz *et al.* (2015).

**Cuadro 5.** Riqueza y composición de la entomofauna asociada al cultivo de *Jatropha curcas* L., en Mazatepec, Morelos.

Indicadores de diversidad	Sept		Oct		Nov			Media	Total
	07	21	05	19	02	16	30		
Individuos	217	271	188	233	163	218	157	206.71	1447
Familias	50	53	61	58	56	44	37	51.29	107
Especies	78	77	86	81	77	70	54	74.71	190
Shannon (H')	1.63	1.6	1.71	1.643	1.703	1.625	1.416	1.62	---
Simpson (D <sub>s</sub> )	0.041	0.044	0.03	0.035	0.025	0.036	0.082	0.04	---
Margalef	80.892	77.683	83.108	79.836	85.436	80.823	86.07	81.98	---

Las comparaciones de números de especies entre comunidades y entre fechas de muestreo, considerando que el tamaño de las muestras no es igual en todos los casos, se expresan mediante el método de rarefacción; por lo que, este método de medición de riqueza específica registra el número esperado de especies de cada muestra al

hacer la estandarización del tamaño de las muestras. Los resultados indican que la mayor riqueza esperada de especies (82.08 y 79.61) se capturó en las colectas de octubre-05 y octubre-19, correspondientemente en tanto que la menor riqueza esperada (51.92 y 67.47) se obtuvo en los muestreos de noviembre-30 y noviembre-16, respectivamente (Figura 3). Estos resultados manifiestan congruencia y se explican por el hecho de que en el mes de octubre la planta de *Jatropha* se encuentra en floración y fructificación plena y follaje exuberante, mientras que hacia finales del mes de noviembre la planta ha perdido casi el 100% del follaje y solo algunos frutos siguen colgados completando su madurez fisiológica, por lo que algunas especies de insectos buscan otros sitios para refugiarse.



**Figura 3.** Curvas de riqueza específica esperada mediante el método de rarefacción en la entomofauna asociada a *Jatropha curcas* en Mazatepec, Morelos.

## V. CONCLUSIONES

En este estudio se capturaron 1,447 individuos, la entomofauna estuvo integrada por 14 órdenes, 107 familias, 190 especies asociadas a *Jatropha curcas*.

Los órdenes de mayor importancia fueron Hemiptera, Diptera, Hymenoptera y Coleoptera y Lepidoptera, en conjunto integraron el 86.915% del total de Familias, 90.164% de las especies y 94.610% de los especímenes capturados. En el Orden Hemiptera sobresale por su abundancia y destaca la presencia de las familias Coreidae, Cicadellidae, Pentatomidae y Scuteleridae por integrar especies plagas de hojas y frutos del piñón.

Solo seis especies de 190 totales, tuvieron presencia en todos los muestreos realizados *Rhynch mexicanus* (Coleoptera: Attelabidae), *Bruchus sp.* (Coleoptera: Bruchidae), *Epichlorops sp.* (Diptera: Chloropidae), *Orius tristicolor* (Hemiptera: Anthocoridae), *Draeculacephala sp.* (Hemiptera: Cicadellidae) y *Lygidea mendax* (Hemiptera: Miridae). Sin embargo, *Draeculacephala sp.*, *Lygidea mendax*, *Epichlorops sp.* y *Oncometopia sp.*, fueron las especies que presentaron la mayor abundancia de individuos, respectivamente.

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef y la curva de rarefacción en general manifestaron moderada diversidad proporcional, baja dominancia de especies y alta riqueza específica esperada, siendo el mes octubre el de mayor concentración de diversidad, abundancia y riqueza.

## VI. LITERATURA CITADA

- Arruda F., Beltráo N., Andrade P., Pereira W., Severino L. (2004) Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras* 8:789-799.
- Asturias R. (2006). *Jatropha curcas*; un cultivo energético en Guatemala. Biocombustibles. Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica. Ministerio de Energía y Minas (MEM). Guatemala. 4p.
- Baev P. V., Penev L. D (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.
- Barrera-Sánchez O. D. (2010). *Leptoglossus zonatus* en *Jatropha curcas* bajo dos ambientes y su control biológico con *Beauveria bassiana*. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México. 87p.
- Bassam N. (1998). Energy Plant Species. James & James. UK 162–166 pp.
- Borges-Filho, R. C. (2011). Características biológicas de *Pachycoris torridus* (Hemiptera: Scutelleridae) y de *Telenomus pachycoris* (Hymenoptera: Scelionidae). Tesis de Maestría en Ciencias, Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Produção Vegetal Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Alegre, ES, Brazil. 67p
- Calyecac-Cortero H. G., Barrera-Sánchez O. D., Cuevas-Sánchez J. A., Miranda-Rangel A. (2011). Insectos asociados a *Jatropha curcas* en Jonotla, Puebla y Yautepec, Morelos. *Entomología Mexicana* 10: 182-186.
- Camargo J. A. (1995). On measuring species evenness and other associated parameters of community structure. *Oikos*, 74: 538-542
- Canales M., Hernández T., Caballero J., Romo de Vivar A., Ávila G., Duran A., Lira R., (2005). "Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlán, Puebla, México". *Journal of Ethnopharmacology*, 97(3): 429–439.

- Córdova T., Bautista R., Zamarripa C., Rivera L., Pérez V., Sánchez S., Martínez H., Cuevas S. (2015). Diagnóstico y Plan Estratégico de *Jatropha* spp. en México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. 116p.
- Dianese A. C., Vale H. M. M., Souza É. S. C., Pereira-Carvalho R. C., Chaves Z. M., Câmara P. E., Dianese J. C. (2014). New *Cercospora* species on *Jatropha curcas* in central Brazil. *Mycol Progress* 13, 994. <https://doi.org/10.1007/s11557-014-0994-y>
- Escobar, D. (2015). Efecto insecticida de ésteres de forbol de la semilla de piñón (*Jatropha curcas*) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate (*Solanum lycopersicum*). Trabajo para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Espinosa G. F. J., Riegelhaupt E. (2010). La fiebre de plantaciones para biodiesel de *Jatropha*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, Campus Morelia, y la Red Mexicana de Bioenergía. La jornada. <http://ciencias.jornada.com.mx/investigacion/ciencias-quimicasydelavida/investigacion/la-fiebre-de-plantaciones-para-biodiesel-de-jatropha>
- Foild N., Foild-Sanchez, Mittelbach M., Hackel S. (1996). "*Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua". *Bioresource Technology*, 58(1): 77–82.
- Gómez P. A., Marín A. A. I., Campo G. J., Domínguez L. J. H., Cano A. L. M., Segura J. L. M., Cuellar M. M., Fernández C., Ma. J., Sánchez O., Lozoya X. (2009). La Xuta se come (Kin xutakan wukan) Xuta, *Jatropha*, Pinón o Aishte Patrimonio del Totonacapam. 1ª Ed. Universidad Veracruzana. Jalapa Veracruz. México. 71 p.
- Gómez-Ruíz J., López Guillen G., Herrera-Parra E., Hernández-Arena M., Martínez-Bolaños M., Barrera J. F. (2015). Plagas y enfermedades del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el trópico mexicano. ECOSUR-INIFAP. Folleto Técnico Num. 14. Tapachula, Chiapas, México. 48p.
- González Á., García M. A., Hernández G. K. P., Teniente O. M. A., Solís B. R., Zamarripa C. A. (2011). Guía para cultivar Piñón Mexicano (*Jatropha curcas* L.)

- en Jalisco. Folleto Técnico Núm. 6 INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 50 p
- Grimm C., Guharay F. (1998). Control of Leaf-footed Bug *Leptoglossus zonatus* and Shield-backed Bug *Pachycoris klugii* with Entomopathogenic Fungi. *Biocontrol Science and Technology* 8: 365-376.
- Grimm C., Maes J. M. (1997). Arthropod fauna associated with *Jatropha curcas* L. in Nicaragua: a synopsis of species, their biology and pest status. In: G. M. Gubitz, M. Mittelbach, and M. Trabi (eds.). *Biofuels and Industrial Products from Jatropha curcas*. Dbv-Verlang, Graz, pp: 31-39.
- Halffter G. (1998). A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International*, 36: 3-17.
- HALFFTER, G. Y E. EZCURRA. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? In: La diversidad biológica de Iberoamérica I, G. Halffter (Comp). *Acta Zoológica Volúmen Especial*. CYTED-D, Instituto de Ecología, Secretaría de Desarrollo Social, México. pp. 3-24.
- Hamza O. J. M., Carolien J. P., van den Bout-van I., Mecky I. N., Mainen J., Frans H. M., Haji O., Zakaria H., André J. A. M., Paul E. (2006). "Antifungal activity of some Tanzanian plants used traditionally for the treatment of fungal infections". *Journal of Ethnopharmacology*, 108(1): 124–132
- Harper J. L.; Hawksworth D. L. (1994). Biodiversity: measurement and estimation (preface). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 5-12.
- Heller J. (1996). Physic Nut, *Jatropha curcas*. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected Crops. International Plant. Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome Italy. 66p. [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Physic\\_nut\\_\\_Jatropha\\_curcas\\_L.\\_161.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Physic_nut__Jatropha_curcas_L._161.pdf)
- Heller, J. (1996). Physic nut (*Jatropha curcas* L.). Promoting the conservation and use of underutilization and neglected crops. Plant Genetics Resources Institute (IPGRI). Rome, Italy. Disponible en: <http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/161.pdf>.

- Heywood V. H. (1994). The measurement of biodiversity and the politics of implementation. In: Systematics and conservation evaluation.
- Hill M. O. (1997). An evenness statistic based on the abundance-weighted variance of species proportions. *Oikos*, 79: 413- 416.
- Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica (IDESMAC). (2006). Programa de desarrollo sostenible y sustentable de la selva lacandona, Chiapas, México. Unión europea–SEDESOL Manual de capacitación en Arc View 3.2. Instituto Para El Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C.
- Investigador de Sistemas de Información Geográfica del INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC.
- Kobilke H. (1989). "Untersuchungen zur Bestandesbegründung von Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.)" Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart. Alemania.
- Krebs C. J. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publ. 654 pp.
- Kumar S., Sharma S., Pathak D. V., Beniwal J. (2011). Integrated management of *Jatropha* root caused by *Rhizoctonia bataticola* J. Trop. For. Sci. 23: 35-41.
- Lama A., Vuorisalo T., Niemelä P.(2015). Global patterns of arthropod herbivory on an invasive plant, the physic nut (*Jatropha curcas* L.). *J. Appl. Entomol.* 139: 1-10.
- Lande R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13.
- López G., Gómez J., Barrera J., Herrera E., Hernández M., Bravo E., Zamarripa A. (2013). Artrópodos asociados a piñón (*Jatropha curcas* L.) en el sur de México. INIFAP. CIR Pacífico- Sur. Folleto Técnico Núm. 29. Tuxtla Chico, Chiapas México. pp:70.
- Ludwig J., Reynolds J. (1988). Statistical ecology. John Wiley & Sons, New York, 337 pp.
- Magurran A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp
- Martínez G., Jiménez J., Cruz R., Juárez A., García R., Cervantes A., Mejía R. (2002). "Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México". *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica.* 73(2): 155–281.

- Martínez H. (2005). El Piñón, una planta nativa de México con potencial alimentario y agroindustrial. <http://hypatia.morelos.gob.mx/No12/pinon.html>.
- Martínez H. (2008). "El piñón mexicano: fuente de energía renovable en el estado de Morelos". Foro nacional sobre cultivos productores de biodiesel (*Jatropha curcas*, *Ricinus communis*). Memorias. Aguascalientes, México. 13–23. pp.
- Martínez H. J., Siddhuraju P., Francis G., Dávila O. G., Becker K. (2006). Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels in four provenances of *Jatropha curcas* L. from México. Food Chem. 96: 80 - 89.
- Martínez H., Chel G., Martínez A. (2004). The nutritional potential of Mexican piñon (*Jatropha curcas*). Toxic and antinutritional factors. In Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and oilseeds. Wageningen Academic Publisher. The Netherlands. 185-188.
- Méndez-López, A., Córdova-Téllez, L., Sánchez-Vega, M., Salazar-Torres, J. C., García-Martínez, O. (2018). Diversity and abundance of leafhoppers in *Jatropha curcas* L., in Mazatepec, Morelos, México. Southwestern Entomologist, 43(3), 733-741.
- Miller K., Webster G. (1962). Systematic position of *Cnidocolus* and *Jatropha*. *Brittonia* 14, 174–180. <https://doi.org/10.2307/2805222>
- Morales-Morales C. J., Aguilar-Astudillo E., Quiroga-Madrigal R. R., Rosales-Esquinca M. A. (2011). Insectos asociados al fruto del piñón (*Jatropha curcas* L.) en los municipios de Villaflores y Villa Corzo, Chiapas, México. *Dugesiana* 18: 85-89.
- Moreno C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza. pp 84
- Mothana R., Lindequist U. (2005). "Antimicrobial activity of some medicinal plants of the island Soqotra". *Journal of Ethnopharmacology*, 96(4): 177–181.
- Nielsen F. (2010). Pest and diseases. In: The *Jatropha* Handbook, from cultivation to application. FACT, Fuels from Agriculture in Communal Technology. The Netherlands, pp: 22-26.
- Peet R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.

- Peet R. K. (1975). Relative diversity indices. *Ecology*, 56: 496-498.
- Prakash A., Patolia J., Chikara J., Boricha G. (2007). Floral biology flowering behaviour of *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics, Wageningen, The Netherlands, Published By FACT Foundation.
- Quiroga-Madriral R. R., Aguilar-Astudillo E., Morales-Morales C. J., Rosales-Esquinca M. A., Gil-Martínez G. (2010). Guía ilustrada de insectos y arañas asociadas al piñón (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas, México, con énfasis en la Depresión Central. Talleres Gráficos, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 135 p
- Rajagopal R. (2008) Best practices for long-term *Jatropha development*. KnowGenix, Mumbai, India.
- Reyes Q. C. K. (2003). Fitorremediación de un suelo contaminado con petróleo empleando *Jatropha curcas* L., una planta productora de biodiesel. Colegio de Posgraduados. México.
- Schmook, B., Serralta, P., Ku Vera J. (1997). *Jatropha curcas*: distribution and uses in the Yucatan Peninsula. Proceedings of First International Symposium on Biofuel and Industrial Products from *Jatropha curcas* and other Tropical Oil Seed Plants. Managua. Nicaragua
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). (2017). *Jatropha* (*Jatropha* spp.). <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/jatropha-jatropha-spp>
- Sharma N. y Serraf A. (2007b). Plantation Management: Activities labour costs. Expert seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics. Wageningen The Netherlands. Published By FACT Foundation.
- Sharma R.P., y Srivastava C.P. (2010). Studies on damage potential and integration of some IPM components against scutellerid bug infesting *Jatropha* in Eastern Uttar Pradesh of India. *International Journal of Agricultural Research* 5: 1116-1123.
- Smith B., Wilson J. B. (1996). A consumer's guide to evenness indices. *Oikos*, 76: 70-82.
- Solbrig O. T. (1991). From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. IUBS-SCOPE-UNESCO, Cambridge, 124 pp.

- Spellerberg I. F. (1991). *Monitoring ecological change*. Cambridge University Press, UK, 334 pp.
- Srinophakun P., Saimaneerat A., Sooksathan I., Visarathanon N., Malaipan S., Charernsom K., Chongrattanameteeikul W. (2011). *Integrated Research on *Jatropha curcas* Plantation Management*. World Renewable Energy Congress, Linkoping, Sweden.
- Toral O., Iglesias M., Montes, Sotolongo A., García., Torsti M. (2008). *Jatropha curcas* L., una especie arbórea con potencial energético en Cuba. *Pastos y forrajes*. 31 (3). 191 – 207.
- Torres C. (2007). *Jatropha curcas*: desarrollo fisiológico y técnico. En: Boletín CUBAENERGÍA. Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía. La Habana, Cuba. 7 p. Disponible en: <http://www.cubaenergia.cu/>.
- UNEP (1992). *Convention on biological diversity*. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Urías R., Mendoza J., Meza E. (2015). *La Soberanía Alimentaria de Sinaloa, México y la apuesta por *Jatropha curcas* Sinaloa, México*. Edición Electrónica. Tepic, Nayarit, México. EUMED ISBN.
- Whittaker R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251. Wright (Eds). *Systematics Association Special Vol. 50*, Clarendon Press, Oxford, pp 15-22
- Zamarripa A., Díaz G. (2008). Áreas de potencial productivo del piñón *Jatropha curcas* L., como especie de interés bioenergético en México. *Oleaginosas en cadena*. Boletín No. 16 México, D. F. 5 p.
- Zamarripa A., Martínez J., De la Piedra R., Olivera A. (2008). *Biocombustibles: perspectivas de producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas* L., en el trópico de México*. Folleto Técnico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 30 p. (en prensa).
- Zamarripa C., Ruiz C., Solís B., Martínez H., Olivera de los Santos., Martínez V. (2009). *Biocombustibles: Perspectivas de producción de biodisel a partir de*

*Jatropha curcas* L. en el trópico de México. INIFAP. Folleto técnico No. 12,  
46 p.43.