



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V



**Caracterización etnobotánica del piñón (*Jatropha curcas*
L.) en regiones socioeconómicas de Chiapas**

**Tesis que para obtener el grado en Maestro en Ciencias en
Producción Agropecuaria Tropical**

Presenta

LEONARDO BALTAZAR DOMÍNGUEZ ALFARO 13051003

DR. FRANCISCO GUEVARA HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE TESIS

Villaflores, Chiapas, Mayo de 2024.

Villaflores, Chiapas
02 de abril de 2024
Oficio N° FCACV/D/0298/24

C. LEONARDO BALTAZAR DOMINGUEZ ALFARO
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS CAMPUS V
PRESENTE.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado designado para su evaluación de posgrado, de la tesis titulada: **“Caracterización etnobotánica del piñón (*Jatropha curcas* L.) en regiones socioeconómicas de Chiapas”**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”
FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS

M. C. CARLOS ALBERTO VELÁZQUEZ SANABRIA
DIRECTOR



C. c. p. Archivo

CAVS*marh.





Código: FO-113-05-05

Revisión: 0

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) Leonardo Baltazar Domínguez Alfaro,
Autor (a) de la tesis bajo el título de “Caracterización etnobotánica del piñón (Jatropha curcas L.) en regiones socioeconómicas de Chiapas”
presentada y aprobada en el año 20 24 como requisito para obtener el título o grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical, autorizo licencia a la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), para que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para su consulta, reproducción parcial y/o total, citando la fuente, que contribuya a la divulgación del conocimiento humanístico, científico, tecnológico y de innovación que se produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional del Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 29 días del mes de Mayo del año 2024.

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Chiapas: Por haberme dado la oportunidad de cursar la Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT: por la beca otorgada

A mi comité revisor: por aceptarme en su proyecto de *Jatropha* y por brindarme su tiempo y conocimiento.

A mi nuevo comité: principalmente al Dr. Francisco Guevara Hernández, por aceptar y culminar mi proyecto de tesis.

En especial:

Al Dr. Ricardo Rene Quiroga Madrigal, por su paciencia y dedicación.

Dra. María de los Ángeles Rosales Esquinca

Dr. Ramón Mariaca Méndez

M.C. Mariano Solís López

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo.....	4
1.2. Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. El piñón como planta de uso doméstico.....	5
2.2. Origen, distribución e importancia del piñón	6
2.2.1. Origen.....	6
2.2.2. Distribución.....	6
2.2.3. Importancia.....	6
2.3. Saberes etnobotánicos	7
2.4. La exploración etnobotánica	8
2.5. Piñón mexicano	8
2.6. Piñón comestible.....	9
2.7. Contenido de proteína y aceite	10
2.8. Usos.....	10
2.9. Morfología del piñón.....	12
2.9.1. Raíz	12
2.9.2. Tallo.....	12
2.9.3. Ramas	12
2.9.4. Hojas	13

2.9.5.	Flores e inflorescencia.....	13
2.9.6.	Frutos	14
2.9.7.	Semillas.....	14
2.10.	Caracterización morfológica	14
2.10.1.	Identificación	15
2.10.2.	Búsqueda de marcadores de interés agronómico.....	15
2.11.	Caracterización y evaluación	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1.	Descripción del área de estudio.....	17
3.2.	Etapas del estudio	18
3.2.1.	Etapa I: Elaboración de Instrumentos de investigación	18
3.2.2.	Etapa II: Diseño y ejecución de la prueba piloto.....	18
3.2.3.	Etapa III: Caracterización de las accesiones.....	19
3.2.4.	Etapa IV: Caracterización de las variables morfométricas	20
3.3.	Análisis estadístico de la información	22
4.	RESULTADOS.....	23
4.1.	Caracterización de las accesiones.....	23
4.1.1.	Edad y experiencia de los productores.....	23
4.1.2.	Género de productores.....	24
4.1.3.	Nivel de Escolaridad.....	25
4.1.4.	Ocupación	26
4.1.5.	Actividades complementarias	27
4.1.6.	Tenencia de la tierra.....	28
4.1.7.	Número de plantas	29
4.1.8.	Uso del piñón	30

4.1.9.	Riqueza culinaria.....	31
4.1.10.	Uso medicinal.....	32
4.1.11.	Ubicación de las plantas	34
4.1.12.	Métodos de propagación.....	34
4.1.13.	Plagas y enfermedades.....	35
4.1.14.	Otras actividades	36
4.2.	Análisis del agrupamiento de las accesiones.....	37
4.3.	Caracterización morfométrica	38
4.3.1.	Características generales.....	38
4.3.2.	Características de las hojas	41
4.3.3.	Características de la inflorescencia	45
4.3.4.	Características del fruto.....	47
4.4.	Análisis de correlación	50
4.5.	Análisis de componentes principales	53
4.5.1.	Determinación de componentes.....	53
4.5.2.	Autovalores de la matriz de correlación.....	53
4.5.3.	Contribución de las variables a cada componente	54
4.5.4.	Diagrama de dispersión.....	55
5.	CONCLUSIONES	57
6.	LITERATURA CITADA.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lugares localizados en el estado de Chiapas con piñón comestible....	19
Cuadro 2. Edad y experiencia de productores de piñón comestible (<i>Jatropha curcas</i> L.) y clasificación según altitud de la accesión.....	23
Cuadro 3. Número de plantas y edad de las plantas de piñón comestible (<i>Jatropha curcas</i> L.) según altitud de la accesión.	30
Cuadro 4. Estadísticos descriptivos para las características morfométricas generales de la planta de piñón en Chiapas.	39
Cuadro 5. Características del tamaño de la hoja de piñón en Chiapas.....	44
Cuadro 6. Características de flores hembras, machos y su relación en plantas de piñón en Chiapas.	45
Cuadro 7. Características del fruto de piñón en Chiapas.	47
Cuadro 8. Frutos totales.....	48
Cuadro 9. Forma del fruto	49
Cuadro 10. Coeficientes de correlación de Pearson entre los principales rasgos cuantitativos del piñón en Chiapas.....	52
Cuadro 11. Matriz de valores y vectores propios del análisis de componentes principales de caracteres físicos y morfológicos del piñón en Chiapas.....	54
Cuadro 12. Matriz de valores y vectores del análisis de componentes principales de caracteres físicos y morfológicos del piñón en Chiapas.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las 15 Regiones económicas de Chiapas, México (Elaborado por el autor).....	17
Figura 2. Frecuencia del género de los productores de Piñón respecto a la altitud de las accesiones en el estado de Chiapas.	25
Figura 3. Escolaridad de los productores de Piñón respecto a la altitud de las accesiones.	26
Figura 4. Ocupación principal de los productores de Piñón respecto a la altitud de las accesiones.....	27
Figura 5. Actividades complementarias (albañil, jornalero, otra, ninguna) de los productores de piñón en Chiapas.	28
Figura 6. Tenencia de la tierra de las unidades de producción de piñón en Chiapas.	29
Figura 7. Usos del piñón comestible (<i>Jatropha curcas</i> L.)	31
Figura 8. Riqueza culinaria del piñón en Chiapas.	32
Figura 9. Tipos de uso medicinal del piñón en Chiapas.	33
Figura 10. Ubicación de las plantas de piñón en Chiapas.	34
Figura 11. Propagación de la planta de piñón en diferentes altitudes de regiones en Chiapas.....	35
Figura 12. Plagas y enfermedades de la planta de piñón en Chiapas	35
Figura 13. Dendograma de análisis jerárquico por el método ward de unidades de producción de piñón en Chiapas.....	38
Figura 14. Color de tallo según la altitud de la accesión del piñón en Chiapas. ...	41
Figura 15. Tipo de hoja de la planta de piñón, según su altitud de la accesión y el total de la población en Chiapas.	42
Figura 16. Número de lóbulos en hojas de piñón en Chiapas.....	42
Figura 17. Color en hojas de piñón en Chiapas.	43
Figura 18. Color en peciolo de piñón en Chiapas.	43
Figura 19. Color del pedúnculo de piñón en Chiapas	47
Figura 20. Color del fruto de piñón en Chiapas, al momento del corte.	50

Figura 21. Gráfico de sedimentación (scree plot) como regla de decisión de elección de componentes principales.....	53
Figura 22. Patrón del componente de las variables respecto al primer componente vs el segundo componente de las características del piñón en Chiapas.	56

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la forma de usos y consumo del piñón (*Jatropha curcas* L.) en diferentes regiones socioeconómicas del estado de Chiapas mediante la caracterización de las accesiones de este cultivo y entrevista a productores. La investigación abarcó un total de 13 municipios distribuidos en seis regiones específicas del territorio chiapaneco, y se llevó a cabo en cuatro etapas, utilizando las accesiones como unidad de análisis. Se elaboraron instrumentos de investigación y se realizó una prueba piloto, además de la caracterización de las accesiones y medidas morfométricas de las plantas de piñón (*Jatropha curcas* L.). Se realizó un análisis estadístico de medidas de tendencia central y de dispersión para las variables, además se utilizó un análisis multivariado de componentes principales y clúster con la finalidad de reducir la dimensión de las variables, usando el paquete estadístico SAS. Los resultados evidenciaron que más del 70 % de las personas entrevistadas utilizan las plantas de piñón como cerco vivo y comestible, aunque se les da también un uso medicinal e industrial. El análisis morfométrico permitió caracterizar las plantas en función de su tamaño y otras características específicas. En términos de tamaño, predominaron plantas de porte medio, con alturas que oscilan entre 2.5 y 5 metros, tallos cortos que se extienden de 5 a 50 cm hasta la primera bifurcación, con un diámetro de 18 a 36 cm y de color gris. Las hojas presentaron una forma palmatilobada. En las inflorescencias, se observó una proporción más alta de flores masculinas que femeninas, en una relación de 7:1, y la forma de los frutos fue mayoritariamente elíptica y piriforme.

1. INTRODUCCIÓN

Jatropha curcas pertenece a la familia de las *Euphorbiaceae*, se le conoce con muchos nombres, entre los más destacables, coquillo, coquito, cotoncillo, piñón, piñón de tempate, tempate, piñón de leche, crece de manera silvestre y se utiliza como cerco vivo, teniendo su centro de origen en Mesoamérica (SADER, 2015).

El piñón (*Jatropha curcas* L) ha llamado la atención de investigadores y científicos por su gran potencial como generador de energía renovable y sostenible para un futuro próximo, esto por la creciente demanda de combustibles fósiles y el agotamiento esperado de los combustibles fósiles, lo que ha provocado la búsqueda de combustibles alternativos que pueden ser obtenidos de plantas como (Gutiérrez, 2020).

La *Jatropha curcas* L. es considerada en todos los países donde se encuentra como una especie tóxica, ya que sus semillas contienen compuestos conocidos como esteroides de forbol, que ocasionan un efecto purgante cuando son ingeridos y pueden causar la muerte con tan solo ingerir tres semillas (Sánchez, 2020).

En México, el cultivo de *J. curcas* podría reactivar el aprovechamiento de la tierra y crear fuentes de empleo en regiones de pobreza (Martínez-Herrera *et al.*, 2006). Por su contenido de proteína, la pasta residual puede ser empleada para consumo humano y/o animal; sin embargo, a nivel mundial, sólo en México se han reportado variedades no tóxicas, distribuidas en regiones de Puebla, Veracruz, Morelos y Chiapas.

En muchos lugares del mundo, el piñón sólo se usa para producir biocombustible. Estudios realizados en India, África y otros países de Asia, muestran que tiene propiedades tóxicas; sin embargo, México es el único país en el mundo donde se encuentra el piñón comestible, el cual posee mejores propiedades alimenticias que la soya (Chivandi *et al.*, 2005). Esto convierte al piñón en una opción para el mejoramiento de la nutrición de las familias rurales y, además, una fuente adicional

de ingreso si se somete a procesos de transformación agroindustrial para el consumo (SAGARPA, 2009). Las semillas de piñón poseen alto contenido de lípidos y proteínas, y la harina que se obtiene de la extracción del aceite, puede usarse como alimento para animales, una vez que sea detoxificada si se usa piñón tóxico (*op. cit.*).

La popularidad actual de *J. curcas* se debe al uso de su aceite, en términos del gran número de posibilidades de usos que este pueda tener y que es un cultivo que requiere de una simple tecnología y, comparativamente, un modesto capital de inversión (Francis *et al.*, 2005). Por su parte, Quiroga *et al.*, (2010) plantea que si bien *J. curcas* es objeto de un intenso estudio a nivel mundial principalmente por su uso potencial como biocombustible, también es cierto la evidente falta de investigación, especialmente en temas de dinámica de población de insectos y animales relacionados a las cadenas tróficas donde el piñón representa un hábitat ideal.

Por muchos el piñón ha sido conocido por su uso en cercos vivos, pero se desconoce otros usos potenciales de este cultivo, por lo que se hace de mucha utilidad e importancia el estudio etnobotánico y la caracterización morfométrica del mismos. De esta manera podemos conocer cómo se desarrolla este cultivo en una población, así como su potencial económico y social. Según Chávez (2013) expone que el conocimiento del uso de las plantas es estudiado por la etnobotánica, disciplina científica que trata las relaciones entre los diversos grupos étnicos con las plantas, lo que nos permite conocer los usos que se les da a estas. Así pues, este conocimiento constituye un marco para el estudio de las complejas relaciones entre los humanos y las plantas.

Es por esto que la presente investigación pretende rescatar saberes, hábitos, costumbres, usos y manejo del piñón, así también el valor de este recurso vegetal, esto mediante la caracterización etnobotánica de (*Jatropha curcas* L.), además de

conocer cómo diferentes grupos étnicos están íntimamente ligados al uso y manejo de esta planta.

1.1. Objetivo

Objetivo general

Estudiar el consumo del piñón (*Jatropha curcas* L.) en diferentes regiones socioeconómicas del estado de Chiapas mediante la caracterización de las accesiones de este cultivo.

Objetivos específicos

- a) Realizar un estudio etnobotánico del piñón comestible en diferentes regiones socioeconómicas de Chiapas.

- b) Describir morfométricamente *in situ* accesiones del piñón comestible en diferentes regiones socioeconómicas de Chiapas.

1.2. Hipótesis

- a) La domesticación del piñón comestible en Chiapas está íntimamente ligada a algunas etnias.

- b) Existen diferencias morfométricas que permiten diferenciar entre el piñón comestible y el tóxico, los cuales son cultivados en diferentes regiones en Chiapas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El piñón como planta de uso doméstico

La domesticación del piñoncillo, piñón o xuta (*Jatropha curcas* L.) según Gómez-Pompa *et al.*, (2009) es poco conocida, pero muy importante. Aunque comenzó desde hace tiempo, no se sabe cuándo con exactitud; lo que sí se conoce es que fueron los habitantes de Totonacapa, Veracruz lograron domesticar a esta especie. Esta acción de domesticar plantas de especies silvestres realizado por las antiguas culturas mexicanas permitió el desarrollo de diversas culturas en todo el territorio nacional.

Esta planta ha sido cultivada como planta de uso doméstico desde épocas precolombinas, principalmente por sus propiedades medicinales tanto para el hombre como en animales domésticos, por esta razón se cree que los pueblos indígenas la distribuyeron por toda América del Sur (Oyuela, 2012).

Sandoval (2009) dice que al piñón se le conoce como aishte o piñoncillo y que se cultiva en el Totonacapan desde la época prehispánica a diferencia de otras especies cultivadas en India y Asia, además es una fuente de biocombustible y aceite comestible el cual se puede aprovechar de manera integral.

Otros autores como Guerrero-Pinilla (2010) considera a la planta del piñón como una planta rústica que necesita ser estudiada para poder establecer tecnologías de cultivo, tales como, manejo integrado de plagas y enfermedades, fertilización y estrategias de manejo cultural para alcanzar rendimientos que sean rentables económica y ecológicamente y así poner en marcha proyectos comerciales de esta planta. Para ello se hace necesario tener una metodología de descriptores que permitan caracterizar al cultivo del piñón tanto morfológica como agronómicamente.

2.2. Origen, distribución e importancia del piñón

2.2.1. Origen

El origen más probable de *Jatropha curcas* L. es el sur de México y Centroamérica (Mesoamérica), presuntamente llevada por portugueses a Asia y África en el siglo XVIII. Actualmente se encuentra en todas las zonas cálidas del mundo (Piquin, 2007). Por su parte Oyuela (2012) expone que las investigaciones sobre el origen de *J. curcas*, concluyen en su gran mayoría que es en América Central y México.

México alberga un alto número de plantas autóctonas, cuyo potencial se desconoce por la escasez de estudios. Una de estas plantas poco investigadas es el piñón o piñoncillo (*Jatropha curcas* L.).

2.2.2. Distribución

Jatropha curcas L. se distribuye de manera natural desde el sur de la Florida y México hasta Argentina, en las Antillas y en los trópicos del Viejo Mundo. Se puede encontrar en diferentes zonas, con un rango de altitud de 10 a 1500 msnm, precipitaciones anuales de 300 a 1000 msnm y temperaturas promedio de 18 a 28 °C, encontrándolo en áreas cultivadas a temperaturas de 30 y 34 °C (Heller, 1996).

2.2.3. Importancia

El piñón es una especie multipropósito, con numerosos atributos y un potencial considerable. Es una planta de origen tropical, de la familia *Euphorbiaceae*, que puede crecer en zonas de baja precipitación pluvial anual. Es altamente resistente a la sequía y se puede cultivar en áreas marginales, por lo que resulta excepcional para la recuperación de tierras degradadas. Además, se usa como cercos y setos vivos, se le atribuyen propiedades medicinales e insecticidas, e incluso puede ser utilizado como cultivo comercial. Esta especie es de rápido crecimiento y la producción de semillas puede comenzar incluso en el primer año de establecida la plantación, lo que depende básicamente de las precipitaciones y la forma de propagación que se utilice, ya sea por semillas o por estacas (Toral *et al.*, 2008).

2.3. Saberes etnobotánicos

La etnobotánica es la ciencia que estudia la sabiduría botánica y los saberes tradicionales; adquiriendo conocimiento, mediante su evolución en el tiempo y validada con la ciencia experimental, observada a través de la riqueza de conocimiento que conservan diversas etnias en México (Barrera, 1979, citado por Gómez-Pompa, 1993).

La etnobotánica estudia las relaciones entre los seres humanos y las plantas. Su principal objetivo es el conocimiento de la utilidad de las plantas en la cultura popular, pero los cambios socioculturales, las transformaciones de las sociedades rurales, el despoblamiento rural, por citar algunos eventos sociales acontecidos en estas áreas rurales; han traído consigo saltos generacionales, los que impiden la transmisión oral del conocimiento popular y cultural, provocando la pérdida de saberes y tradiciones. Todo lo anterior nos deja ver una situación urgente de recuperación de la cultura, sabiduría y tradiciones que son parte importante de la identidad cultural de cada pueblo (Pardo de Santaya, 2003).

El uso tradicional comestible de la semilla del piñón según Martínez-Herrera (2011) proviene desde la cultura Totonaca, donde diversos platillos tradicionales son elaborados y consumidos de manera frecuente y en festividades como el día de muertos. Algunos pobladores consumen esta semilla tostada con sal y chile como una rica botana, otros en forma de tamal mezclado con harina de maíz y en pipián. Martínez-Herrera *et al.*, (2006) menciona que la calidad de su proteína, composición de aminoácidos azufrados y su digestibilidad superior al 80 % puede generar nuevas fuentes de trabajo. Por lo que se hace urgente el rescate del piñón, ya que ha sido reemplazado por comidas rápidas y poco nutritivas.

Por su parte Beyra *et al.*, (2004) menciona a *Jatropha curcas* con un uso popular en Cuba, como antidismenorreico, abortivo, antiinflamatorio de los pies y otalgico, utilizando tallos para los tres primeros malestares y hoja para el último malestar que es dolor de oído.

2.4. La exploración etnobotánica

El explorador y la exploración etnobotánica tiene varias funciones al realizar su trabajo; en primer lugar registrar, ordenar, escudriñar y publicar su información en el marco de la cultura agrícola del hombre; segundo reunir el material genético de interés y tercero contribuir con los bancos de germoplasma para su conservación, es por esto que se le considera un arte basado en varias disciplinas científicas, así pues la exploración etnobotánica requiere para su éxito de la participación del agricultor, el agrónomo, el etnobotánico, el genetista y el fitomejorador (Hernández, 2001).

En el trabajo de campo que el etnobotánico realiza deberá observar los sistemas de vida de los grupos humanos para los que las plantas útiles forman una parte importante de su vida, pero no es una tarea fácil, ya que requiere del análisis de las actividades humanas y su relación con las plantas desde un punto de vista cultural y científico (Alcorn, 2001).

2.5. Piñón mexicano

El piñón mexicano o piñón de aceite es un arbusto que, como la chaya (*Cnidoscolus chayamansa* Mc Vaugh) y la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) se caracteriza por la presencia de látex blanquecino. En México se han encontrado en altitudes de 0 a 1,700 msnm y pueden llegar a vivir más de 40 años (Martínez-Herrera, 2011). El piñón mexicano, es un recurso natural prometedor a nivel mundial, ya sea en zonas tropicales y subtropicales; sin embargo, uno de los principales problemas es su toxicidad para animales y humanos. Esta toxicidad se debe al alto contenido de ésteres de forbol. No obstante, se han reportado genotipos de piñón comestibles en algunas comunidades rurales del sur de México, las cuales son aptas para el consumo humano, por lo que son muy utilizadas en la cocina tradicional totonaca (Valdés, 2013).

En México se encuentra en los estados de Sonora, Sinaloa, San Luis Potosí, Guadalajara, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Colima, Tabasco, Yucatán, Quintana

Roo, Veracruz, Tamaulipas, Puebla, Hidalgo y Morelos principalmente como cercos vivos y en algunas regiones, como planta de traspatio (Martínez-Herrera, 2011).

2.6. Piñón comestible

En el caso del piñón comestible, de acuerdo con la información recabada en investigaciones de campo, hace siglos totonacos y huastecos observaron que existían plantas de piñón que los animales nunca consumían, a diferencia de otras que ardillas y cotorras comían sin recelo. Estas observaciones dieron paso a las primeras selecciones del piñón no tóxico, incluso, se puede pensar que la selección incluyó la destrucción de las plantas tóxicas que se encontraban en el monte, haciendo que en lo adelante sólo se respetaran aquellas que eran consumidas por algún animal, y para asegurar la condición de sólo mantener las especies comestibles, las fueron concentrando en sus terrenos, en sus milpas o en sus cercos (Gómez-Pompa *et al.*, 2009).

Está claro entonces que el actual piñón no tóxico no es producto de la casualidad, sino de una herencia que a través de siglos nuestros antepasados han seleccionado, protegido y conservado por medio de su uso y cultivo (*op. cit.*).

Valdés (2013) dice que *Jatropha curcas* L. es un recurso natural prometedor promovido a nivel mundial para la producción de biodiesel. Sin embargo, se ha encontrado, que tanto semillas y aceite de *J. curcas* son tóxicos para los humanos y animales domésticos cuando se consume. Sólo existe un genotipo no tóxico de *J. curcas* en algunas comunidades rurales del sur México, apto para el consumo, lo cual ha permitido utilizar este germoplasma en la dieta tradicional de las etnias totonacas en México.

En el caso de la identificación y conservación del piñoncillo o piñón no-tóxico es un buen ejemplo del rescate del conocimiento de los saberes ancestrales que evidencian la importancia de la investigación empírica de los pueblos sabios del

antiguo Totonacapan, a través de la observación y, prueba y error (Gómez-Pompa *et al.*, 2009).

En la región Zoque de Copainalá se le conoce al piñón con el nombre de *cu'pyuj* (Harrison y García-Hernández, 1981) y se han identificado comunidades donde lo cultivan para el consumo, en huertos de traspatio.

2.7. Contenido de proteína y aceite

Las semillas de *J. curcas* de las regiones de Chiapas, Morelos, Puebla y Veracruz, presentan un alto contenido de proteína (18-28 %) y grasa (25-30 %). La pasta residual, obtenida después de la extracción de aceite, contiene un 50-60 % de proteína cruda comparada con el 45 % de la harina de soya (Makkar *et al.*, 1998; Martínez *et al.*, 2006).

2.8. Usos

Todas las partes de la planta del piñón tienen propiedades para el bienestar humano y el ambiente, sin embargo, el actual auge del cultivo radica en su capacidad de producir biocombustibles (aceite, biodiesel), así como la generación de energía renovable a partir de la torta obtenida en el proceso de extracción de aceite (Oyuela *et al.*, 2012).

El árbol del piñón es ampliamente utilizado en la construcción de cercos vivos para potreros, cultivos agrícolas, solares, etc. También se siembra con el propósito de controlar la erosión de los suelos, aportando calidad y permitiendo la recuperación de suelos marginales o en procesos de desertización; y de mejorar la captación y retención de aguas de lluvia. Otros usos importantes son la producción de abonos orgánicos, medicina, pesticidas (insecticida, molusquicida, rodenticida, repelentes). Además, es tutor de otros cultivos, por ejemplo, la vainilla; y, en asociación con otras especies forestales, sirve como barrera rompevientos para la protección de cultivos (*op. cit.*).

La semilla de piñón ha sido utilizada desde la cultura Totonaca, para elaborar diferentes platillos tradicionales. Algunos de estos platillos son consumidos 1-2 veces por semana y en días festivos son de obligada elaboración, como en la celebración del Día de Muertos (Martínez-Herrera, 2011).

Otro uso relacionado con actividades artesanales es señalado por Alfonso (2008); menciona que en México y Guatemala se ha usado al piñón como plantas hospederas de un insecto del que se extrae una laca que sirve para pulir artículos como guitarras y otros objetos de madera.

A nivel biológico las plantas del género *Jatropha* son utilizadas como insecticidas y fungicidas, así como medicinal especialmente en el tratamiento de infecciones en la piel, enfermedades de transmisión sexual, ictericia y fiebre. En las hojas de *Jatropha curcas* se han identificado metabolitos como apigenina, vitexina e isovitexina que pueden ser utilizados para combatir malaria, reumatismo y dolores musculares. Para las infecciones bucales se utiliza el látex y además se ha establecido que contiene compuestos con propiedades anti-cancerígenas como: jatrophina, jatrofano y curcaina (Pabón y Hernández-Rodríguez, 2012).

Para usos medicinales localizados en la boca como el algodoncillo y fuego labial se aplica localmente. Se le atribuyen propiedades abortivas macerada con aceite de ricino. La savia como hemostático (cicatrizante), antiséptico, se usa en quemaduras e infecciones de la piel y para la cura de granos infectados (Alfonso, 2008). El piñón también es usado popularmente en afecciones como empachos y otros trastornos digestivos, es un antidisminoreico, mediante la decocción de la corteza, así también es anti-inflamatorio para los pies, utilizado en forma de emplasto (Beyra *et al.*, 2004). Además de todo, la capacidad del piñón para producir aceite la hace atractiva en la industria de los biocombustibles como una nueva fuente de energía renovable, y ante la necesidad de asegurar el abasto energético, disminuir el gasto económico que representan los hidrocarburos y los efectos nocivos del calentamiento global provocado por los gases de efecto invernadero (GEI). Bajo este contexto surge el

interés de usar insumos agropecuarios como materia prima para producir biocombustibles, siendo el piñón (*Jatropha curcas* L.) la especie agrícola con más ventajas en Chiapas, México (Zamarripa *et al.*, 2011).

2.9. Morfología del piñón

Es una planta perenne con un periodo de vida entre 45 y 50 años, es de crecimiento rápido con una altura de dos a tres metros y en condiciones especiales hasta cinco metros de altura, con una corteza blanca grisácea, tallo de aproximadamente 20 cm que exuda un látex translúcido (Torres, 2008).

Las características morfológicas o fenotípicas del piñón son básicamente una adaptación silvestre con un bajo nivel de domesticación, por lo que, la estructura genética de sus poblaciones es bastante heterogénea, esto es una desventaja a nivel de cultivo industrial (Guerrero-Pinilla S/A).

2.9.1. Raíz

El piñón posee raíces cortas y poco ramificadas, normalmente cuando las plántulas se producen por semilla forman cinco raíces, una central y cuatro periféricas (Alfonso, 2008).

2.9.2. Tallo

No hay uniformidad en el crecimiento de los tallos. El tronco o fuste está dividido desde la base en ramas largas, con numerosas cicatrices producidas por la caída de las hojas en la estación seca, las cuales resurgen luego de las primeras lluvias (Pabón, 2009). Echeverría (2008) menciona que los tallos del piñón crecen de forma discontinua, de color verdoso y producen una savia lechosa.

2.9.3. Ramas

Del tronco, a partir de la base, se forman largas ramas que se presentan con muchas cicatrices originadas al caer las hojas. El crecimiento es modular, cada eje o rama termina en una inflorescencia. La ramificación es simpodial, de una a tres ramas

crecen de los meristemos laterales de los últimos nudos formados, al mismo tiempo que se desarrolla la inflorescencia. Otras ramas crecen de los nudos basales una vez que el tronco ha alcanzado una altura suficiente para liberarlo de la dominancia apical (Samayoa, 2008).

2.9.4. Hojas

Sus hojas son grandes y tienen entre cinco y siete lóbulos poco profundos, con peciolo largo que mide entre 5 y 35 cm, estos peciolos están dispuestos en forma alterna y se caen en época de seca o cuando hay mucha humedad (Echeverría, 2008).

Las hojas son grandes, alternas, palminervadas con tres a siete lóbulos gruesos. Las dimensiones de la hoja son muy variadas. Normalmente son de color verde y tienen ápice puntiagudo acorazonado, las hojas pueden permanecer en la planta por períodos de hasta 60 a 75 días, pero al final de la estación seca las plantas pierden parcialmente o totalmente su follaje (Samayoa, 2008).

2.9.5. Flores e inflorescencia

El piñón es una planta normalmente monoica, con flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, ocasionalmente se encuentran flores hermafroditas (con estambres y pistilos a la vez). En algunos casos pueden encontrarse inflorescencias con flores de un solo sexo. La inflorescencia es una panícula. Las flores son pentámeras, con sépalos y pétalos basalmente fusionados y corola campanulada. Los pétalos de las flores de ambos sexos son verdosos o blancos-amarillentos y cohesionados, de 5-6 mm de largo. Las flores femeninas se encuentran en el centro de la inflorescencia y las flores masculinas en la periferia. La proporción de las flores femeninas es variable y depende del tamaño de la inflorescencia; estas siempre se encuentran en las zonas terminales del eje principal y de las ramas de la inflorescencia, las yemas femeninas se distinguen de las masculinas por su forma puntiaguda. Cuando las flores abren, las masculinas son de color amarillento y las femeninas de color verdoso (Alfonso, 2008).

Prakash (2007) dice que en la planta del piñón existen tres tipos de flores, una femenina, otra masculina y una última hermafrodita con un ovario no funcional. La flor femenina tiene un ovario trilocular lo que conduce a tres semillas por cápsula. la apertura de la flor femenina dura de 8 o 10 días, mientras que las femeninas solo por 2 o 4 días dejando un margen muy pequeño de tiempo para fecundarse. Esta situación es compensada con un gran número de flores machos alrededor de las flores femeninas.

2.9.6. Frutos

El fruto es una cápsula drupácea elipsoidal, trilocular pudiendo medir de 25-30 mm de diámetro. Es indehisciente, con una semilla en cada lóculo, compuesto de 53–72 % de semilla y 47-28 % de pericarpio. Madura entre los 40-50 días, momento en el cual su color cambia de verde a amarillo (Samayoa, 2008).

El fruto produce tres almendras negras, en algunas hasta cuatro. Se cosecha cuando la capsula está madura y cambia de color verde a amarillo (Guerrero-Pinilla, S/A).

2.9.7. Semillas

La semilla es de forma elíptica, el tamaño de las semillas es de aproximadamente 2 cm de longitud por 1 cm de espesor. Generalmente las semillas son de color negro. En el pericarpio por lo regular se encuentran tres semillas separadas unas de otras, por una estructura denominada *septum* (Heller, 1996).

2.10. Caracterización morfológica

La caracterización de los organismos vegetales, al igual que de otros organismos vivos, tiene diferentes finalidades como son: la identificación, sistemática, análisis de la diversidad genética, gestión de bancos de germoplasma, definición de nuevas variedades y búsqueda de marcadores de caracteres agronómicos (Hull, 1970).

La caracterización morfométrica de plantas permite diferenciarlas y agruparlas taxonómicamente (López *et al.*, 2008). En la caracterización morfométrica de una especie se estima la variabilidad existente en el fenotipo de la población de individuos que la conforman, donde el objetivo principal es medir la variabilidad de una colección mediante el uso de descriptores definidos.

Una tarea importante que hay que tener en cuenta según Guerrero-Pinilla (2010) adicional a la conservación del germoplasma, es la caracterización adecuada de la planta ya que esto facilita en gran medida la utilización de los materiales o recursos genéticos que se tengan conservados.

2.10.1. Identificación

Identificar es ubicar un vegetal no identificado en la clase o grupo al que corresponde conforme a una clasificación constituida previamente. Para identificar un vegetal, se utilizan los caracteres que ayuden a que este proceso sea más rápido y sencillo, utilizando rasgos morfológicos evidentes y únicos del vegetal (*op cit.*).

2.10.2. Búsqueda de marcadores de interés agronómico

Los marcadores (morfológicos o moleculares) son caracteres fácilmente observables, que se encuentran estrechamente ligados desde el punto de vista genético a una característica agronómica de interés. Por lo tanto, son muy útiles en los programas de mejoramiento vegetal (*op cit.*).

2.11. Caracterización y evaluación

La medición de los caracteres cualitativos y cuantitativos que se transmiten a la descendencia de plantas en cualquier ambiente se conoce como caracterización. Esta permite determinar la similitud entre las accesiones por medio de su morfología y estudia la variabilidad en la colección. Esta variabilidad se mide con pocas o muchas variables o descriptores, cuyos datos conforman una dispersión de puntos con una dirección o vector para determinar las distancias genéticas entre las accesiones, las que se pueden graficar de diferentes formas, siendo los

dendrogramas y la dispersión de puntos en un plano cartesiano las de más fácil interpretación (Milián-Jiménez, 2014).

Pérez (2014) menciona que las descripciones varietales nos permiten establecer las características que nos ayuden a identificar y distinguir claramente una variedad de otra y su validez puede ser nacional e internacional.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El estado de Chiapas se encuentra entre los 17°59' y 14°32' de latitud norte y los 90°22' y 94°14' de longitud oeste. Colinda al norte con Tabasco; al este con Guatemala; al sur con Guatemala y el Océano Pacífico; al oeste con el océano Pacífico, Oaxaca y Veracruz, y cuenta con una extensión de 75,344 km² (SEGOB, 2010).

El estado de Chiapas se divide en 123 municipios y 15 regiones económicas (Gobierno de Estado, 2012). Para la realización de esta investigación se visitaron 13 municipios en seis regiones económicas (Región I Centro, Región II Valle Zoque, III Región Mezcalapa, Región IV de Los Llanos, Región VI Frailesca, Región XIII Maya de las 15 existentes, donde se tuvo reportes de presencia de piñón comestible (Figura 1).

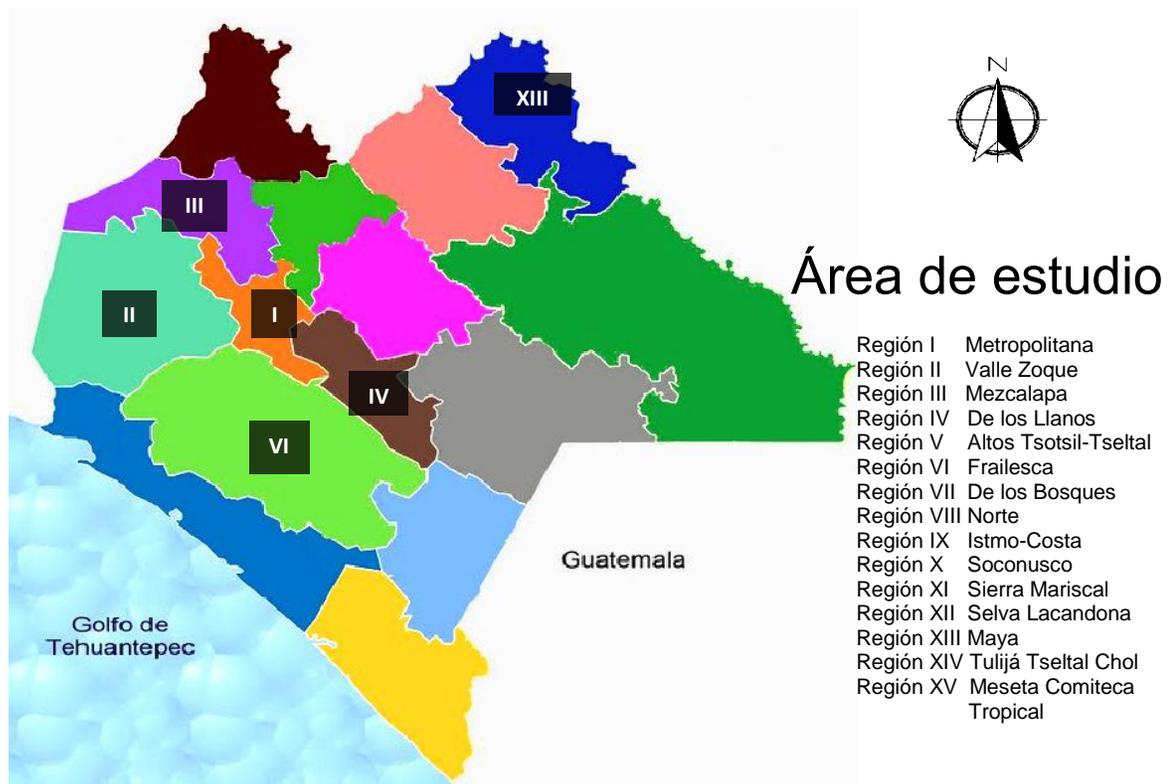


Figura 1. Ubicación de las 15 Regiones económicas de Chiapas, México (Elaborado por el autor).

3.2. Etapas del estudio

El estudio comenzó en el mes de mayo del 2013. La investigación se dividió en cuatro etapas y se utilizó a la accesión como la unidad de análisis, con la finalidad de dimensionar los sitios de producción y conservación del piñón. La primera etapa consistió en la elaboración de instrumentos de investigación, la segunda en el diseño y ejecución de una prueba piloto, la tercera en la caracterización de las accesiones y la última en el análisis morfométrico de los frutos del piñón.

3.2.1. Etapa I: Elaboración de Instrumentos de investigación

Se diseñó un cuestionario de tipo estructurado como herramienta para la recopilación de datos. Se incluyeron aspectos generales del productor en la accesión, medios de producción, manejo, plagas, usos y costumbres, experiencias y diferenciación, así como las características de las plantaciones, necesidades del productor y apoyos en relación al cultivo del piñón. Por último, se integró la localización y georreferenciación con GPS de la accesión. Para la recopilación de datos sobre medidas morfométricas del piñón se estructuró una plantilla de registro como formato para la presentación de descriptores varietales que fueron subdivididos en caracteres cuantitativos y cualitativos. Para ello se incluyeron mediciones de la planta, hoja, inflorescencia y flor, fruto, semilla y aspectos de sanidad vegetal.

3.2.2. Etapa II: Diseño y ejecución de la prueba piloto

Para realizar un estudio donde incluya la caracterización de sistemas de producción y descriptores varietales es necesario llevar a cabo una prueba piloto o preliminar. Por ello, se aplicó un total de 15 entrevistas a las accesiones seleccionadas al azar, con el propósito de conocer la confiabilidad y validez del instrumento de investigación previamente diseñado. Las accesiones que participaron en la prueba, fueron excluidas posteriormente del análisis general (Cruz, 2008).

3.2.3. Etapa III: Caracterización de las accesiones

El procedimiento del muestreo consistió en la técnica de “bola de nieve” (INEGI, 2011). Se visitó al azar a productores previamente identificados, los cuales proporcionaron información de otros productores que cuentan con accesiones de piñón comestible. Se utilizó este tipo de muestreo debido a que no existe un censo o registros documentados sobre quiénes producen piñón o de donde se encuentran ubicados.

Se tomó como referencia los resultados presentados por Solís-López (2012) quien reporta la presencia de piñón no tóxico mediante un análisis molecular de accesiones en 13 municipios de nueve regiones económicas de Chiapas. El área de estudio comprendió en un principio diez rutas del estado de Chiapas. Después estas rutas fueron modificadas, ya que se encontraron lugares con más reportes del uso de piñón comestible como se muestra en el (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lugares localizados en el estado de Chiapas con piñón comestible.

Región	Municipio	Sitios Visitados
I. Metropolitana		
	1. Chiapa de Corzo	1
II. Valles Zoque		
	1. Ocozocoautla	1
III. Mezcalapa		
	1. Chicoasén	6
	2. Copainalá	28
	3. Francisco León	7
	4. Tecpatán	15
VI. Frailesca		
	1. Villa Corzo	4
	2. Villaflores	2
XIII. Maya		
	1. Palenque	5
Total	9	69

3.2.4. Etapa IV: Caracterización de las variables morfométricas

Para la caracterización del material genético, se realizó la toma de datos morfométricos de las plantas encontradas, de acuerdo a los descriptores señalados por Sunil *et al.* (2013). Para su medición, se utilizó: Flexómetro y Vernier.

A continuación, se describe los caracteres cualitativos y cuantitativos que fueron analizados en las plantas:

a) Caracteres cualitativos

Planta

- Tipo de sitio: 1) cerco vivo 2) traspatio 3) ambos 4) huerto comercial
- A) Comestible, B) No comestible (tóxico)
- Color en la base del tallo principal: 1) verde 2) gris

Hojas (Hojas maduras en ramas terciarias)

- Forma de hoja: 1) Palmatilobadas 2) Cordiformes
- Número de lóbulos: Hojas maduras en ramas terciarias (número dominante de lóbulos en la planta) Cordiforme = 0 lóbulos; Palmatilobulada = de 1 a 6 lóbulos
- Color de hojas maduras en ramas terciarias: color según la carta de colores de la Royal Horticultural Society (2014): 1) Verde claro (140 A); 2) Verde (134 A); 3) Verde oscuro (136 A)
- Color de la base del peciolo foliar en yemas terminales: 1) Verde; 2) Morado; 3) Café.

Inflorescencia (cima corimbiforme) y flor

- Color del pedúnculo: 1) verde claro, 2) verde, 3) verde oscuro

Fruto (cápsula drupácea)

- Forma del fruto: 1) Elíptico u oval, 2) Redondo, 3) Oblato, 4) Piriforme
- Color inmaduro: 1) Verde claro, 2) Verde, 3) Verde oscuro
- Color de madurez dominante en la planta: 1) Verde, 2) Amarillo 3) Negro (seco)

- Observaciones de fitosanidad general: nombre común e incidencia de plagas y enfermedades; tipo de parásito; descripción de síntomas; ataque ligero, moderado o severo; daños observados, etc.

b) Caracteres cuantitativos

Planta

- Edad aproximada de la planta en años
- Altura de la planta en (m)
- Altura a la primera bifurcación (cm)
- Ángulo de la primera bifurcación con respecto a la vertical (grados)
- Diámetro del tallo en el punto medio entre suelo y primera bifurcación (cm)

Hoja (Hojas maduras en ramas terciarias)

- Número de lóbulos: hojas maduras en ramas terciarias (número dominante de lóbulos en la planta) cordiforme = 0 lóbulos; palmatilobulada = de 1 a 6 lóbulos
- Longitud del peciolo foliar en hojas maduras de ramas terciarias (cm) promedio de 5 peciolos
- Longitud de hoja, de la inserción con el peciolo hasta el ápice (cm) promedio de 5 hojas
- Anchura de hoja, en el ápice de los dos lóbulos basales (cm) promedio de 5 hojas
- Relación longitud/anchura foliar (calcular el promedio en hoja de cálculo Excel)

Inflorescencia (cima corimbiforme) y flor

- Número total de racimos por planta
- Proporción de flores femeninas (F) y masculinas (M) (con lupa) relación F:M en inflorescencia totalmente abierta o expresada (promedio de 5 racimos)
- Longitud de pedúnculo floral (cm) desde la inserción a la rama hasta el inicio de las flores (promedio de 5 racimos) (separar ± 5.0 cm)

Fruto (cápsula drupácea)

- Número de frutos por racimo (promedio de 10 racimos)
- Número de frutos totales = racimos X frutos de cada racimo
- Longitud o diámetro polar (cm) de 10 frutos fisiológicamente maduros (separar \pm 2.0 cm)
- Anchura o diámetro ecuatorial (cm) de 10 frutos fisiológicamente maduros (separar \pm 1.8 cm)
- Relación longitud/anchura de fruto fisiológicamente maduro

3.3. Análisis estadístico de la información

Se analizó la información obtenida del sistema de producción y las características morfométricas del piñón mediante el paquete estadístico SAS, University Edition (2018). Se obtuvieron las frecuencias para las variables cualitativas mediante un análisis de frecuencia usando “proc freq” y para los estadísticos descriptivos de variables cuantitativas se utilizó “proc means”. Se realizó un análisis de correlación entre las variables mediante “proc corr” del mismo paquete estadístico.

Con la finalidad de reducir el espacio dimensional en las variables de las características morfométricas del piñón se realizó un Análisis multivariado de Componentes Principales, usando “proc princom”, generando valores propios; proporción de la varianza original explicada por cada componente principal; matriz de vectores transformados y matriz de correlación entre las variables originales y los componentes principales. Para decidir sobre el número de componentes a incluir se utilizó el criterio de Kaiser (Demey, 1992), incluyendo únicamente aquellos valores propios superiores al promedio.

Para realizar una tipología de productores se agruparon los sistema de producción y las características morfométricas del piñón y se realizó un análisis de conglomerados mediante el agrupamiento jerárquico promedio con distancia euclidiana utilizando “proc cluster”.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de las accesiones

4.1.1. Edad y experiencia de los productores

Del total de 72 productores que se dedican a la producción de la planta de piñón comestible (*Jatropha curcas* L.), la mayor cantidad de productores (38 accesiones) se encuentran en las regiones con altitudes ≥ 800 m.s.n.m., seguido de $>400 < 800$ m.s.n.m. (21 accesiones) y por último (13 accesiones) se encuentran en regiones con altitudes ≤ 400 msnm. La edad promedio de los productores es de 55 años con una observación máxima de 87 y mínima de 26 años. INEGI (2016) reporta que la población ocupada en actividades agrícolas en las entidades de Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz su edad promedio es de 41.7 años. Al analizar el comportamiento respecto a las distintas altitudes (<400 , $>400 < 800$, >800) es similar en todas las regiones de estudio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Edad y experiencia de productores de piñón comestible (*Jatropha curcas* L.) y clasificación según altitud de la accesión.

Variables	Total			Altitud					
				≤ 400	$>400 < 800$		≥ 800		
	N*	$\bar{Y} \pm D.E.**$	n*	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	
Edad (A)	72	55.1 \pm 15	13	56.3 \pm 15	21	51 \pm 12.2	38	56.6 \pm 16.7	
Experiencia (A)	72	38 \pm 17.1	13	36 \pm 19	21	34.2 \pm 19	38	40.4 \pm 17.6	

*N= Número total de productores o accesiones n= Número total de la clasificación por altitud
 \bar{Y} = Media $D.E.$ = Desviación estándar (A)= Años.

En lo que respecta a la clasificación por altitudes, las regiones ubicadas a una altitud igual o superior a 800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) cuentan con una experiencia promedio de 40 años en comparación con las regiones de menor altitud. De acuerdo con INIFAP (2022), a nivel nacional, se estima que existen aproximadamente 6 millones de hectáreas con potencial de cultivo, mayormente de

alto a medio rendimiento, y de estas, solo 2.6 millones de hectáreas presentan un alto potencial productivo, situándose entre los 0 y 1000 msnm, tal como se observó en este estudio.

4.1.2. Género de productores

Con respecto al género de los productores que se dedican a la producción y conservación del piñón comestible en las regiones de estudio, se encontraron 38 productores hombres y 34 mujeres (Figura 2).

En las accesiones situadas a altitudes superiores a ≥ 800 msnm, se observa un equilibrio de género en la producción de piñón. En las regiones con altitudes >400 y <800 msnm, predominantemente son los hombres quienes se dedican a la producción de piñón, en contraste, en las accesiones situadas a altitudes ≤ 400 msnm, las mujeres desempeñan un papel ligeramente más destacado en la producción de piñón en comparación con los hombres. A pesar de estas variaciones, es relevante destacar que la participación de las mujeres en la producción y conservación de esta planta es significativa en prácticamente todos los casos, lo que demuestra su involucramiento activo en esta actividad.

Esto coincide con lo presentado por Domínguez (2020), quien plantea que, en San Luis Potosí, Estado de México, Guerrero Chiapas, Michoacán y Jalisco, el nivel de ocupación en el campo tiene un rango intermedio con respecto al número de hombres y mujeres que trabajan en él.

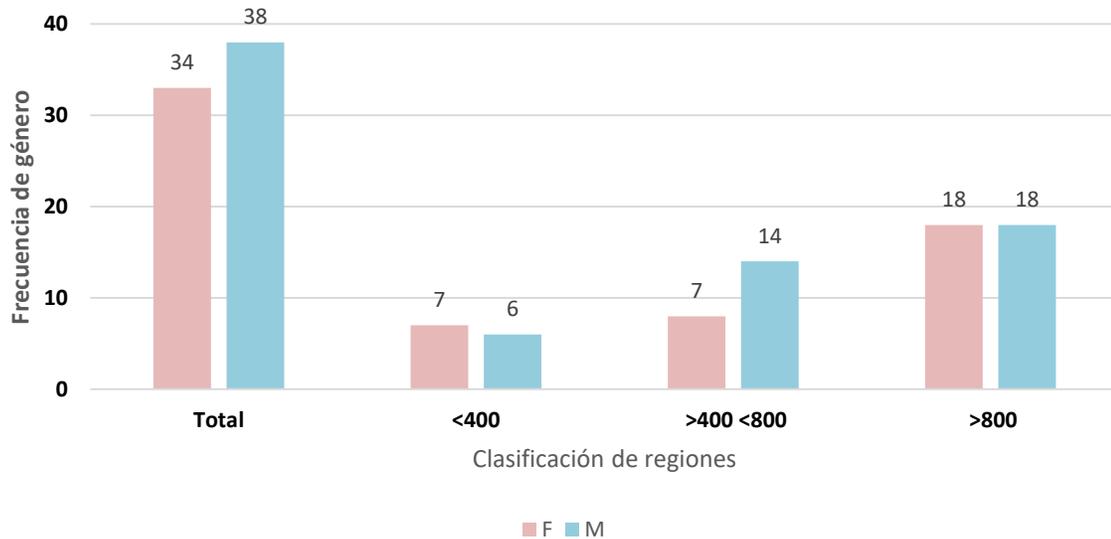


Figura 2. Frecuencia del género de los productores de Piñón respecto a la altitud de las accesiones en el estado de Chiapas.

4.1.3. Nivel de Escolaridad

En cuanto al nivel de escolaridad de los productores de piñón (Figura 3), se destaca que el 65 % de ellos cuentan con una educación no superior a la primaria. El 20 % ha alcanzado un nivel de escolaridad correspondiente a la secundaria, mientras que el 12 % restante no posee educación formal. Resulta interesante observar que las regiones con altitudes ≥ 800 msnm presentan un mayor número de productores con este perfil educativo. De acuerdo con el informe del INEGI de 2022, se aprecia un incremento en el nivel de escolaridad de los productores en comparación con periodos anteriores, aunque aún prevalece una predominancia de educación primaria en este sector.

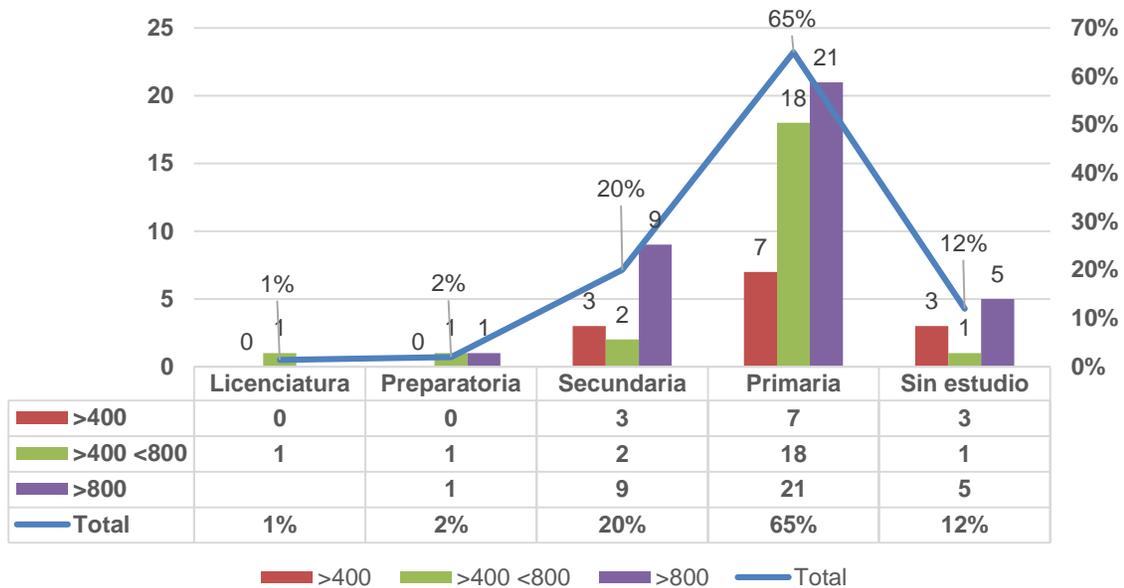


Figura 3. Escolaridad de los productores de Piñón respecto a la altitud de las accesiones.

4.1.4. Ocupación

La producción de piñón, se encuentra relacionada específicamente con dos ocupaciones (Figura 4). La primera, que predomina con un 53 %, corresponde a la ocupación de agricultor, mientras que la segunda, con un 47 %, corresponde a la de ama de casa. Estos resultados guardan relación con el momento de las entrevistas y la ubicación de las plantas. En aquellos casos en los que las plantas se encuentran en el traspatio, con frecuencia, son las amas de casa quienes responden a las preguntas. Cabe señalar que estos datos presentan diferencias en comparación con lo informado por Zamorano (2009), quien indicaba que el 98 % de los productores de piñón se dedicaban a la agricultura.

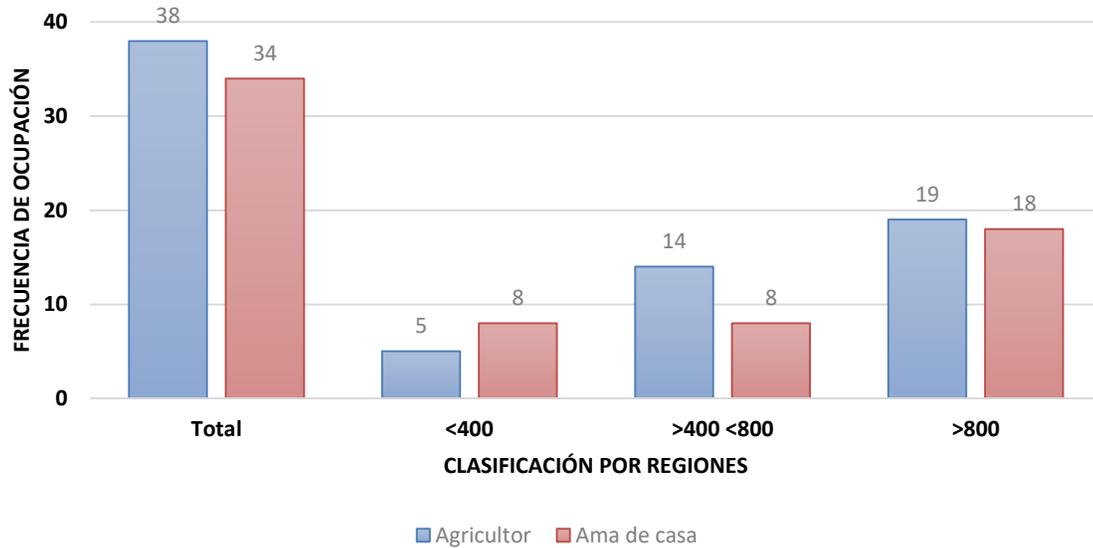


Figura 4. Ocupación principal de los productores de Piñón respecto a la altitud de las accesiones.

4.1.5. Actividades complementarias

Los resultados indican que el 56 % de los productores no tienen ninguna actividad complementaria en su unidad de producción. No obstante, un 24 % se desempeña como jornalero, y es relevante destacar que esta ocupación es especialmente prominente en las regiones con altitudes ≥ 800 msnm, contando con un total de 12 productores en esa categoría. La siguiente actividad de relevancia es la albañilería, en la que un 13 % del total de productores participa en todas las regiones. Cabe destacar que los productores ubicados entre >400 y <800 msnm muestran la mayor frecuencia en esta ocupación. Además, un 8 % restante de los productores se involucra en diversas actividades adicionales, como costura, crianza de marranos, servicios de niñera, comercio o ventas.

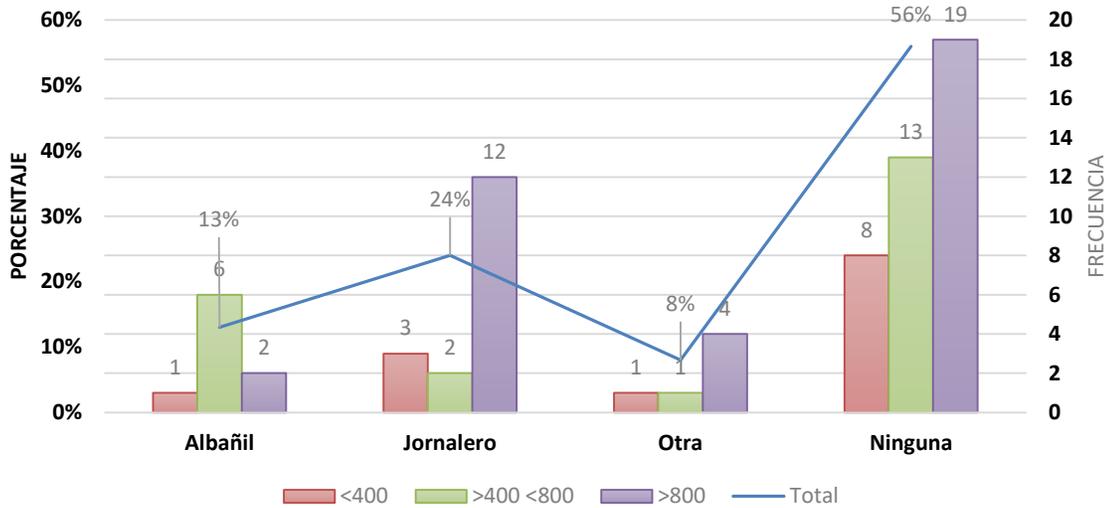


Figura 5. Actividades complementarias (albañil, jornalero, otra, ninguna) de los productores de piñón en Chiapas.

4.1.6. Tenencia de la tierra

La tenencia de tierra ejidal se destaca como la más frecuente representada por el 60%, seguida por la tenencia comunal con un 22 %, y finalmente, la tenencia de tierra privada con un 18 %.

En la Figura 6, se aprecia que las unidades de producción (UP) ejidales se destacan especialmente en las zonas con altitudes ≥ 800 msnm, contabilizando un total de 22 UP's. Esto coincide con lo reportado por CEIEG en 2018, donde se indicaba que el 54.8 % de la superficie en el estado de Chiapas era de tenencia ejidal.

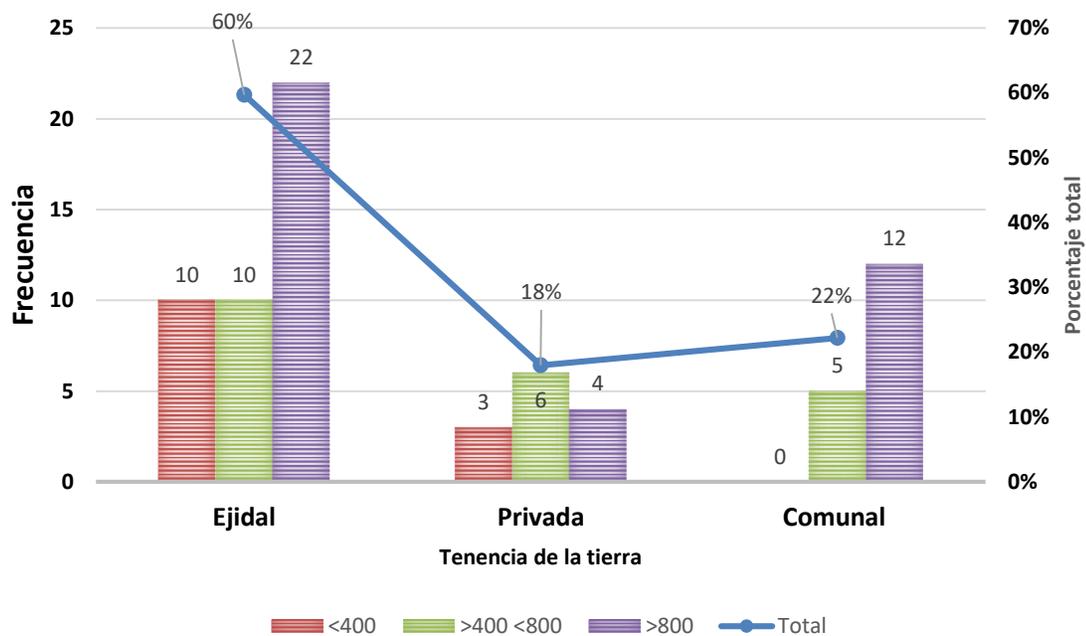


Figura 6. Tenencia de la tierra de las unidades de producción de piñón en Chiapas.

4.1.7. Número de plantas

El promedio de plantas de todas las accesiones que fueron estudiadas es de 3 plantas de piñón comestible con una desviación de 6 plantas respecto a la media, sin embargo, se encontró una accesión que cuenta hasta con 50 plantas. Las regiones con altitudes de ≥ 800 msnm son las que tienen mayor número de plantas con un promedio de 7 plantas por accesión. En esta investigación se encontraron, además, 3 huertos de tipo comercial el primero con 12,700 plantas, el segundo con 2,500 y un tercero con 200 plantas, las cuales no se tomaron en cuenta, ya que estaban fuera del rango de las otras accesiones.

Las edades de las plantas de las accesiones fueron de 14.6 años, sin embargo, se encontraron plantas en toda la población de una edad en promedio de 70 años. Respecto a la altitud de las accesiones las plantas más adultas se encontraron en las accesiones $>400 <800$ msnm con un promedio de 17 años, seguido de 13 y 12 años, en ≤ 400 y ≥ 800 msnm, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de plantas y edad de las plantas de piñón comestible (*Jatropha curcas* L.) según altitud de la accesión.

Variables	Total		Altitud					
	N*	$\bar{Y} \pm D.E.$	n*	<400		>400 <800		>800
			$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	
Número de plantas	72	3±6	13	6±13.2	22	4±3.7	37	7±32.5
Edad de la planta (A)	72	14.6±10.2	13	12±6.5	22	17.4±14	37	13.5±8

*N= Número total de productores o accesiones n= Número total de la clasificación por altitud
 \bar{Y} = Media *D. E.*= Desviación estándar (**A**)= Años.

4.1.8. Uso del piñón

El total de la población entrevistada dijo conocer de una u otra forma el piñón comestible, aunque el hecho de conocerlo no implica un saber profundo referente a los usos y manejos de este cultivo, sino el simple hecho de conocerlo por su uso básico de cerco vivo (Figura 7). La variabilidad de usos y la cantidad de personas que hacen uso y conocen la planta de piñón comestible son muy variadas de una región a otra debido a factores como: aspectos topográficos, biológicos, físicos, sociales, etc. En general, el 72 % de las personas entrevistadas dijeron usar al piñón como un cultivo de cerco vivo y comestible, denotando con esto que el uso principal sigue predominando como cerco vivo acompañado del uso comestible. Lo encontrado en este estudio es similar en lo reportado por Recalde y Durán (2009); el 14 % lo utiliza como cerco vivo exclusivamente; un 1 % lo utiliza como medicinal y finalmente un 13 % lo utiliza como comestible. Esto nos permite visualizar el potencial de uso de este cultivo que es muy amplio, variado y de fácil acceso, ya que para hacer uso de esta planta y el contenido de las semillas no requerimos tecnología de alto costo para su aprovechamiento; a excepción de la producción de biodiesel a partir del aceite del grano.

En la figura 7 se puede apreciar un incremento en el uso de cerco vivo y comestible conforme incrementa las altitudes de las accesiones, encontrando tres veces más

accesiones por encima de los 800 msnm con respecto a las encontradas por debajo de los 400 msnm.

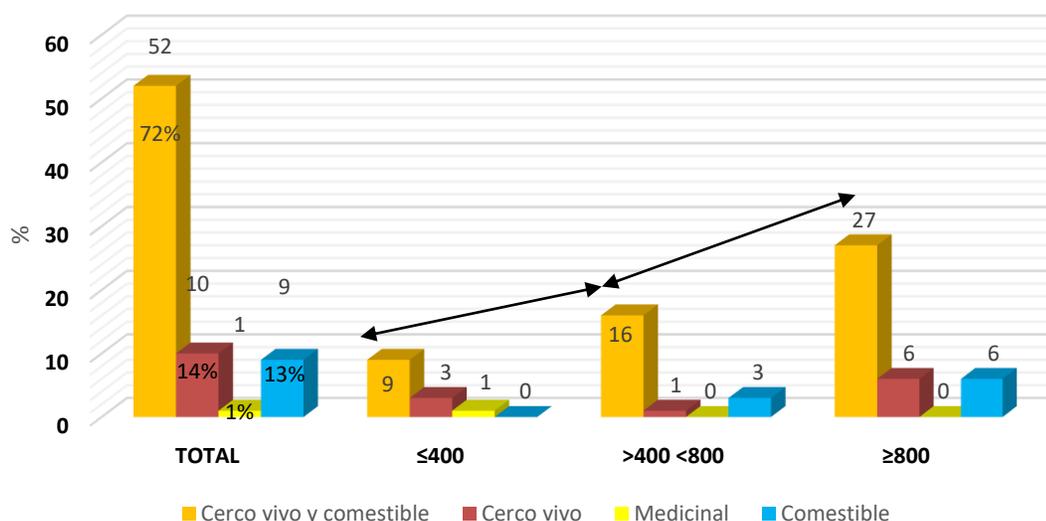


Figura 7. Usos del piñón comestible (*Jatropha curcas* L.)

4.1.9. Riqueza culinaria

En lo que respecta a la riqueza culinaria del grano de piñón en las unidades de producción (Figura 8), se han identificado diversas modalidades de consumo, siendo el consumo hervido y tostado el más común con un 44 % de las preferencias, independientemente de las altitudes regionales. Esto se debe a su simplicidad de preparación y su popularidad como aperitivo. Además, un 14 % de los encuestados lo consume exclusivamente tostado, mientras que un 12 % afirmó no consumirlo en absoluto y otros lo consumen en una amplia diversidad que incluye mazapanes, garapiñados, turuletes, cocidos, tamales, totopostes y el consumo del grano crudo. Además, como parte del proceso de preparación culinaria, algunos lo transforman en harina y lo mezclan con la masa para elaborar tamales. Esto refleja una amplia variedad y versatilidad en la preparación culinaria, así como hábitos de consumo diversos entre los productores de piñón. En todos los métodos de preparación culinaria que involucran el piñón, el uso del fuego es un denominador común, lo que concuerda con la descripción de Gómez-Pompa en 2009. Él señala que la semilla del piñón tiene una variedad de aplicaciones culinarias, desde tostarse y consumirse

directamente hasta utilizarse en la preparación de platillos como pipián y tamales. Sin embargo, hay un caso excepcional que merece mención especial: un productor que obtuvo sus semillas de un centro de investigación en Yautepec, Morelos, donde se garantiza que los piñones son seguros para el consumo y no requieren cocción adicional. Como menciona Félix Corzo Ríos en 2013, las plantas tóxicas y las comestibles son idénticas en este caso. Además, el productor utiliza su plantación con fines pecuarios y de transformación, incluyendo usos cosméticos, lo cual coincide con lo señalado por Guerrero-Pinilla en 2010 sobre la alta heterogeneidad en su estructura genética y su bajo nivel de domesticación agronómica, lo que dificulta la distinción entre las variedades tóxicas y comestibles.

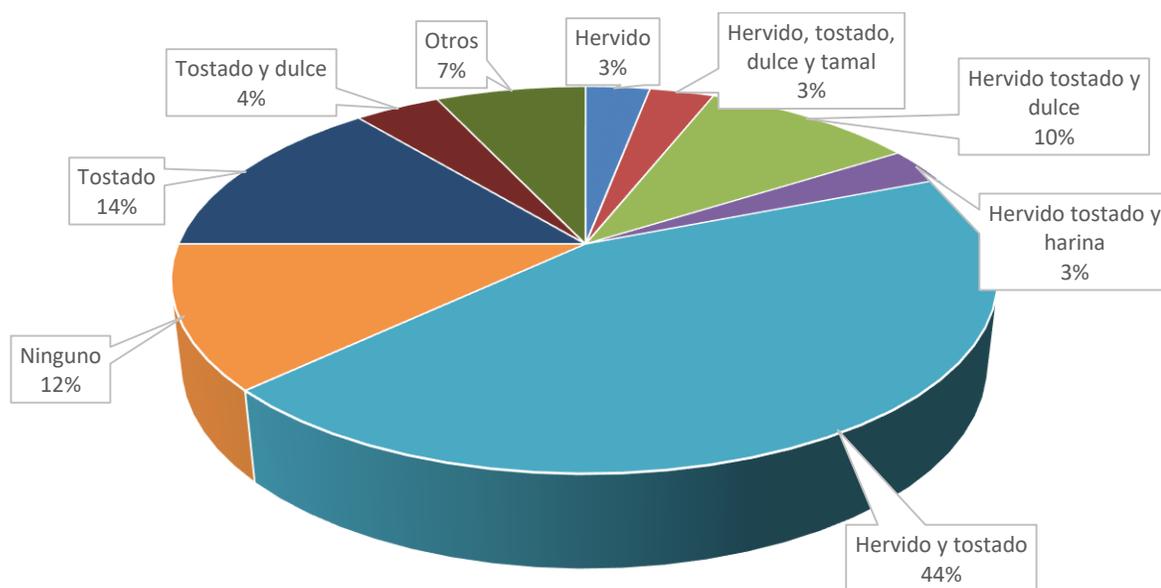


Figura 8. Riqueza culinaria del piñón en Chiapas.

4.1.10. Uso medicinal

La *Jatropha*, se utiliza también como parte de la medicina local de diversas formas y con una amplia variedad de aplicaciones. En la Figura 9, se observa que el 68 % de los productores que mencionaron utilizar el piñón con fines medicinales lo emplean en purgantes, lavados intestinales, tratamiento de granos en la piel, así como coagulantes y antisépticos para heridas. El 32 % restante opta por utilizar el piñón de manera tópica, aplicándolo en manchas en la piel, como cicatrizante, para

tratar supuraciones subcutáneas y en el cuidado del cuero cabelludo. Algunos preparados se ingieren en forma de bebida con el propósito de reducir la fiebre o aliviar la diarrea.

Este amplio espectro de usos medicinales destaca por qué las comunidades cultivan y mantienen el piñón en proximidad a sus asentamientos. A través de emplastos, decocciones y la aplicación directa de su savia, obtienen diversos remedios. Además, de acuerdo con las recomendaciones de los pobladores, en casos de uso para disminuir el alcoholismo se debe emplear una variedad tóxica de piñón para lograr los efectos deseados.

Según los informes de López en 2019, diversas partes de la planta *Jatropha curcas* se utilizan con fines medicinales en la medicina tradicional en todo el mundo. La semilla se emplea como purgante, antihelmíntico y abortivo, mientras que en África se utiliza como laxante. El aceite extraído de la semilla, el látex, las hojas y la corteza se aplican en cortaduras y heridas.

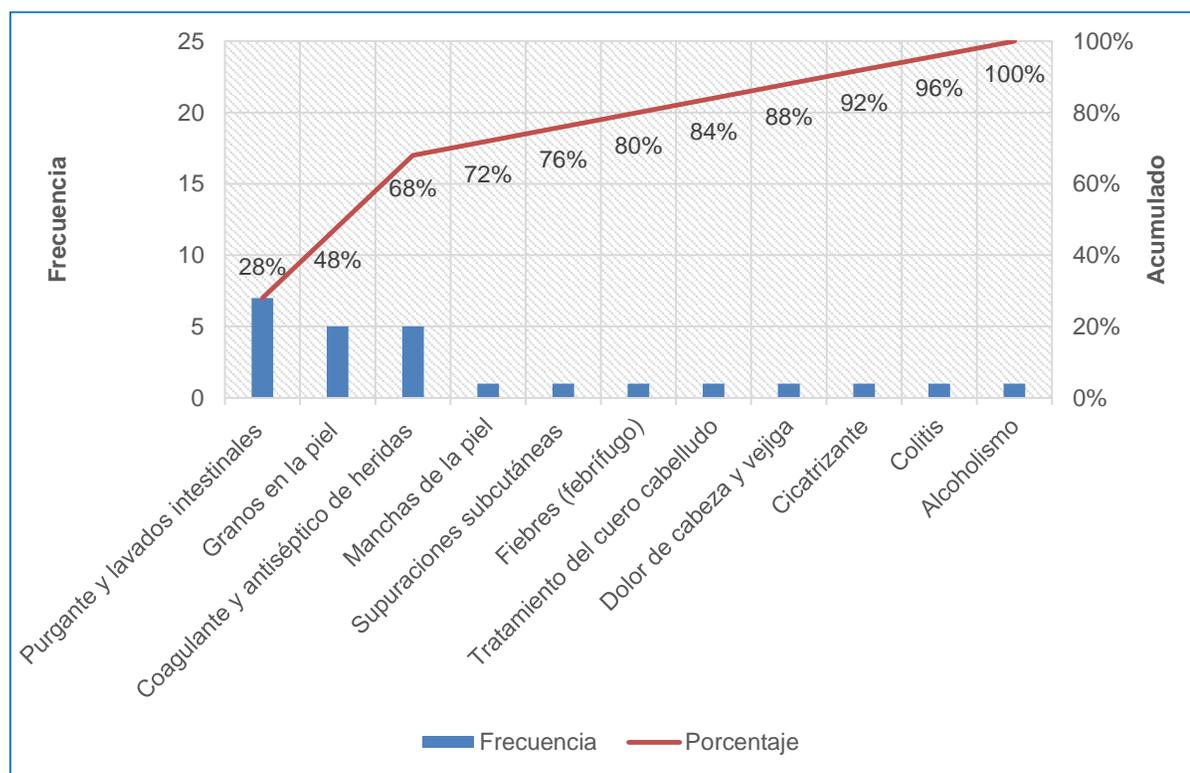


Figura 9. Tipos de uso medicinal del piñón en Chiapas.

4.1.11. Ubicación de las plantas

Según la ubicación de las plantas, el 47 % lo utiliza como cerco vivo, sembrando el piñón en los linderos de las divisiones de potreros. El 24 % utiliza el piñón como cerco vivo de traspatio, ya que sirve como división dentro de las cercas. El 26 % menciona que lo conservan como de traspatio, al estar ubicado en algún lugar cercano a la casa de los productores. Esto evidencia la importancia de la cercanía de las plantas para el uso de autoconsumo, ya que es más fácil obtener las semillas y los beneficios de las plantas de piñón. Respecto a las UP, se observa en la figura 10 que las que se encuentran en altitudes por encima de los >800 msnm son las únicas que producen y conservan al piñón como huertos comerciales.

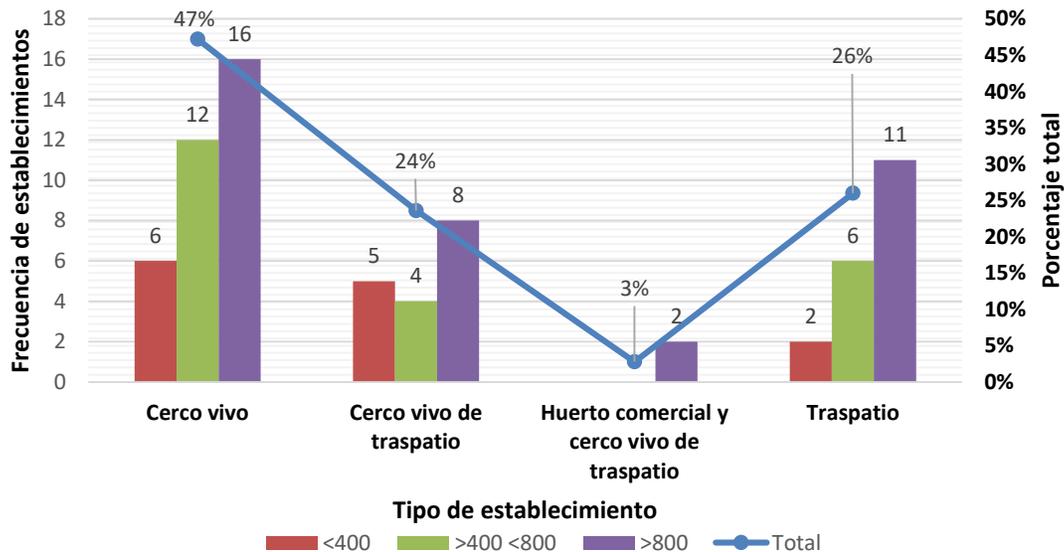


Figura 10. Ubicación de las plantas de piñón en Chiapas.

4.1.12. Métodos de propagación

La planta se propaga principalmente de manera clonal, generalmente por medio de estacas (57 %), ya que de esta forma es más rápida, eficaz y se evita la etapa juvenil para alcanzar rápidamente el porte y la producción (Figura 11). Algunos productores combinan esta forma de propagación con la siembra mediante semillas (35 %) y una parte menor solo por semillas (5 %) (Figura 11).

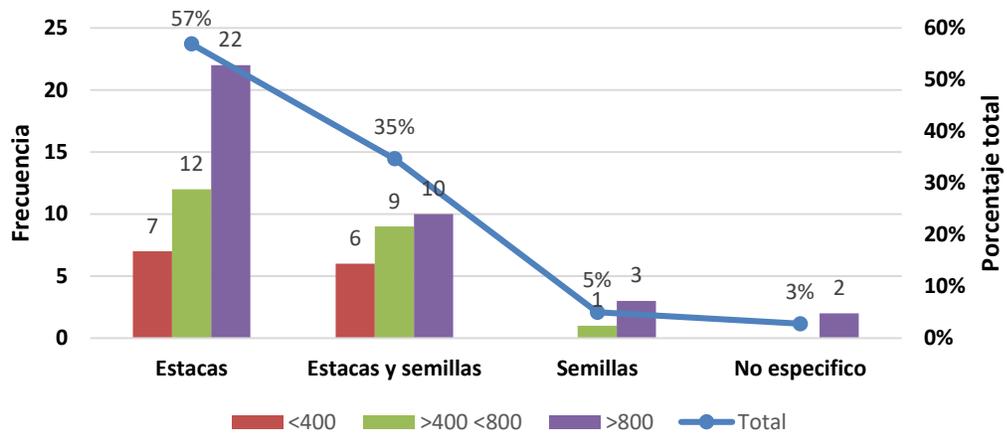


Figura 11. Propagación de la planta de piñón en diferentes altitudes de regiones en Chiapas.

4.1.13. Plagas y enfermedades

Es muy poco probable el ataque de plagas y enfermedades, lo cual se confirma con lo encontrado, ya que más de la mitad (67 %) de los entrevistados dijeron que sus plantas no tenían ninguna plaga y el resto dijo tener plagas como: gusanos, chinches, loros, plantas epífitas, arrieras, roya y pudrición del tallo (figura 12). Yepes *et al.* (2012) reporta dos plagas principales *Leptoglossus zonatus* (Chinche de patas laminadas) y *Agonosoma trilineatum* dos hemípteros de importancia en los cultivos extensivos en Colombia.

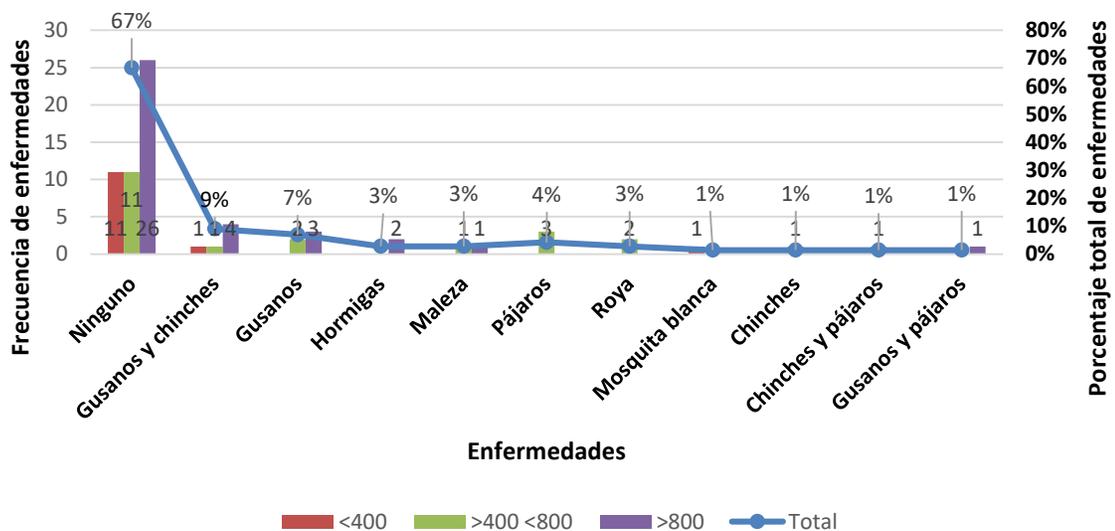


Figura 12. Plagas y enfermedades de la planta de piñón en Chiapas

4.1.14. Otras actividades

Manejo agronómico

El manejo agronómico de la planta de piñón es muy escaso en la mayoría de los casos encontrados. Para los pocos que realizan alguna actividad se encuentra la poda con un 4 %, la limpia manual con un 3 %, fertilizantes con un 1 % e insecticidas con un 1 %. Esto se debe a que es una planta semi-domesticada con mucha capacidad de supervivencia, hasta en los suelos más pobres y lugares áridos. Por ello no se le brinda una atención esmerada; incluso los riegos son esporádicos.

Fechas de cosecha

Las fechas de cosecha son muy variadas ya que depende de las condiciones geográficas. Por lo general depende del manejo agronómico, temperatura, lluvia, altitud, fertilidad de suelo, horas luz, genética de la planta, etc. Lo cual hace que la producción inicie de manera temprana o tardía; así, encontramos que los meses más recurrentes para la cosecha son los meses de julio y agosto (49 %).

Número de cortes

El número de cortes que un productor puede realizar en el fruto de esta planta se ve afectado por factores similares a los que influyen en las fechas de corte. Además, es importante considerar que esta planta exhibe una alternancia en la producción, es decir, produce más en un año y menos en el siguiente. Estas condiciones normales de manejo generan variabilidad en la frecuencia de los cortes posibles. Dado que se trata de una planta semi domesticada, sus condiciones naturales de supervivencia indican que su producción debe ser escalonada en lugar de concentrarse en un solo momento.

En el transcurso de esta investigación, se encontraron casos de manejo que varían desde un solo corte hasta un máximo de cinco, si bien la mayoría de los entrevistados se concentró en realizar tres cortes, abarcando el 32 % de los casos.

Punto óptimo de cosecha

El punto de cosecha del fruto de piñón es también variable, esto depende enteramente de los hábitos, costumbres y destino que se le dará a la cosecha y la enseñanza de cada una de las personas. Un 72 % de quienes cosechan sus plantas, lo hacen en un estado de madurez del fruto con una coloración amarilla, esto se hace para evitar la pérdida del grano por la dehiscencia que presenta la fruta al estar seca y de color negro, y un 15 % sin embargo de saber que es comestible dijeron no cosechar la semilla.

Regiones muestreadas

De acuerdo a nuestras entrevistas, el 90 % de la población se concentra en la Región III Mezcalapa, seguido de un 7 % en la Región XIII Maya. En último lugar, la Región I Metropolitana, Región II Valles Zoque y la Región IV Frailesca comparten el 3 % restante de la población. Esto indica una fuerte concentración de producción en la Región III Mezcalapa, la cual originalmente está habitada por la etnia Zoque. Estos hallazgos coinciden con lo que se menciona en el estudio de Días *et al.* (2012), que reconoce la relación de los Zoques con el piñón, una vez mezclados con los Totonacas. La segunda región relevante en la producción de piñón comestible es la Región XIII Maya, donde habita una población de ascendencia Maya y Chol. Valdés (2013) menciona que las posibles rutas de dispersión del piñón no tóxico están estrechamente relacionadas con la cultura Totonaca, expandiéndose hacia áreas con poblaciones Zoque y Maya en Mesoamérica. Esto sugiere que la domesticación del piñón guarda una fuerte conexión con las etnias de estas tres culturas.

4.2. Análisis del agrupamiento de las accesiones

Como resultado del análisis de conglomerados a través de métodos jerárquicos de agrupamiento por el método de Ward; se mostró una agrupación de los productores de piñón en Chiapas con una distancia euclidiana de 15 para determinar los diferentes grupos con respecto a la similitud de la evaluación de 17 variables.

Se generaron un total de 3 grupos de productores.

El Grupo 1 que corresponde a la mayor parte de las UP que se caracterizan por mujeres con actividad principal de ama de casa y que se encuentran por encima de los 800 m. s. n. m. Además, poseen mayor número de plantas por UP en los municipios de Chicoasen, Copainalá y Tecpatán.

El grupo 2, fue diferente de los demás ya que mantenían en las UP plantas más jóvenes, que son manejadas por hombres con actividad principal de agricultor y actividades complementarias de jornalero.

El grupo 3, es un grupo de UP más homogéneo que los anteriores, sin embargo, la similitud entre éstos trasciende en que la mayoría de las plantas de piñón no presentaban ningún tipo de enfermedades, por lo que se puede identificar a este grupo para obtener material genético vegetativo como base de un programa de mejoramiento y conservación de germoplasma.

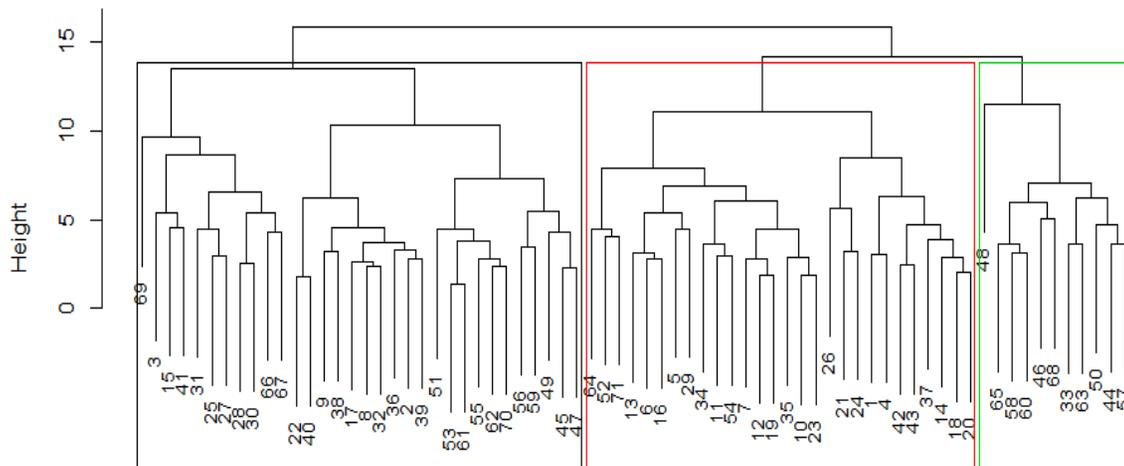


Figura 13. Dendrograma de análisis jerárquico por el método ward de unidades de producción de piñón en Chiapas.

4.3. Caracterización morfométrica

4.3.1. Características generales

Es el estudio de la covariación de la forma, con factores subyacentes. Su desarrollo en las últimas décadas ha alcanzado áreas de la biología tradicionalmente

dedicadas al estudio descriptivo, como las ciencias morfológicas y ha logrado la evaluación cuantitativa de los cambios morfológicos y también la evaluación cualitativa a través de la recuperación de la forma en estudio (Toro, 2010).

Las edades de las plantas de donde se tomaron los datos fueron muy variables, ya que, no todas fueron ni de la misma región ni para los mismos usos. Sin embargo, se encontró que más de la mitad están en una edad madura y productiva, tal como se ve en el (cuadro 4). Esto denota que existe un manejo agronómico apropiado para los usos que requiere el productor.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos para las características morfométricas generales de la planta de piñón en Chiapas.

Variables	Total		Altitud					
			<400	>400 <800		>800		
	N*	$\bar{Y} \pm D.E.**$	n*	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$
Edad (Años)	67	13.58±8.02	10	11.80±5.57	25	13.80±8.15	32	13.97±8.67
Altura (m)	67	4.53±1.53	10	5.40±2.32	25	4.38±1.11	32	4.37 ±1.47
Altura 1ª bifurcación (cm)	67	47.46±31.42	10	60±40.62	25	39.08±27.79	32	50.09±30.18
Ángulo 1ª bifurcación (Grados)	67	28.40±13.09	10	25.50±15.36	25	29.08±11.72	32	28.78±13.67
Diámetro Tallo / 1ª bifurcación (cm)	67	22.10±11.72	10	19.80±13.88	25	20.78±10.57	32	23.84±11.98

*N= Número total de productores o accesiones n= Número total de la clasificación por altitud \bar{Y} = Media *D. E.*= Desviación estándar (**A**)= Años.

Los tamaños de las plantas variaron dependiendo de las regiones, las edades, el manejo de las podas y otros factores más, pero se concentró más las alturas entre 2.5 y 5 m, de tamaño de planta, lo cual nos indica que es el porte más práctico para el manejo de este cultivo, así pues, podemos ver que 45 plantas las cuales representan el 66 % presentan este porte. (Según SICA 2006) menciona que es un

arbusto pequeño de 2 a 6 m, con una corteza blanco-grisácea; de igual manera Martínez (2011) refiere algo parecido y dice que es una planta entre 6 y 8 m, que crece de forma nativa en climas tropicales y sub-tropicales.

La bifurcación de la primera rama de la planta del piñón se tomó partiendo del suelo y pegado al tallo hasta donde inicia la primera rama concentrándose la gran mayoría entre 5 y 50 cm con un 65 % de los individuos muestreados. Los datos tomados se determinaron con respecto al tallo principal y el ángulo que hay entre este y la primera rama de la planta, encontrando una dominancia hacia un ángulo agudo, es decir con menos de 90°, ya que ninguna rama supero los 60° de abertura con respecto al tallo principal. Guerrero-Pinilla (2010) en su tesis (Caracterización morfológica y agronómica del piñón *Jatropha curcas* L en la colección nacional de germoplasma de Corpoica “La Libertad”) obtiene datos similares a los reportados en esta tesis ya que este autor reporta un porcentaje de incidencia interespecífica del 50.4 % de ángulos agudos.

Para determinar el diámetro del tallo de las plantas de piñón se tomó el punto medio del tallo entre el suelo y la primera bifurcación y así estandarizar el dato de esta medida. El 50 % de la población muestreada presentó un diámetro de tallo entre 18 y 36 cm (Cuadro 4). El 78 % los tallos de las plantas muestreadas presentaron un color gris (Fig. 14).

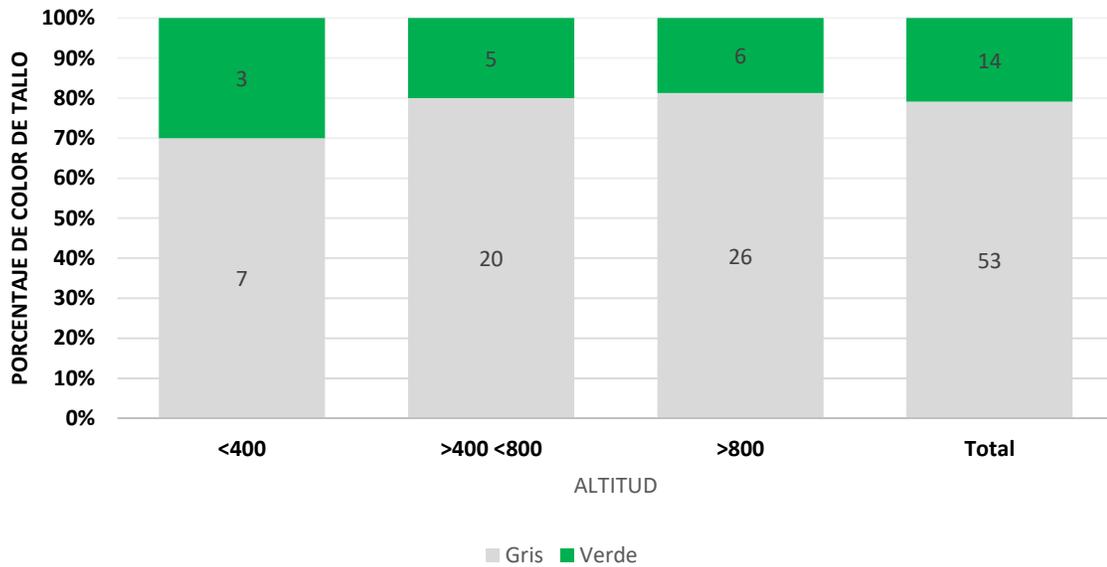


Figura 14. Color de tallo según la altitud de la accesión del piñón en Chiapas.

4.3.2. Características de las hojas

La forma de las hojas no es muy variada, ya que solo se encontraron dos formas que son las cordiformes o en forma de corazón y las palmatilobadas u hojas palmeadas, dominando las palmatilobadas en un 88 % de las plantas muestreadas (Fig. 15). La lamina foliar es simple, alterna y por su forma son ovadas y cordadas, con cinco nervaduras, las hojas cordadas con tres o cinco lóbulos (Zamarripa *et al.*, 2011).

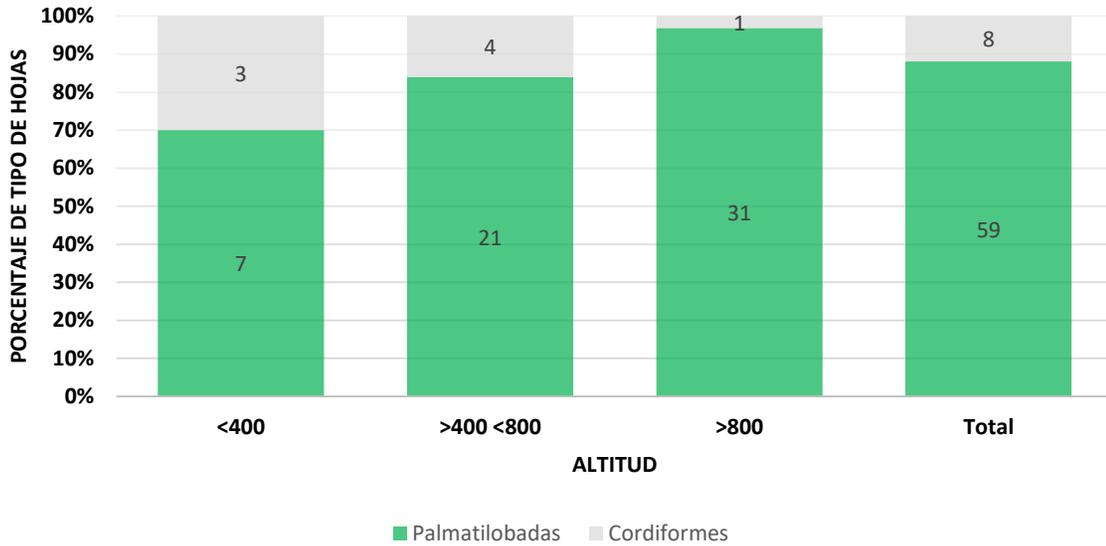


Figura 15. Tipo de hoja de la planta de piñón, según su altitud de la accesión y el total de la población en Chiapas.

La diversidad de formas de las hojas está dada por el número de lóbulos que estas tienen, por lo que estos dos conceptos están íntimamente ligados y nos permiten saber la forma que la hoja tiene. En esta investigación se encontró que predominan los individuos con hojas de cuatro lóbulos, lo que le da la forma palmatilobadas.

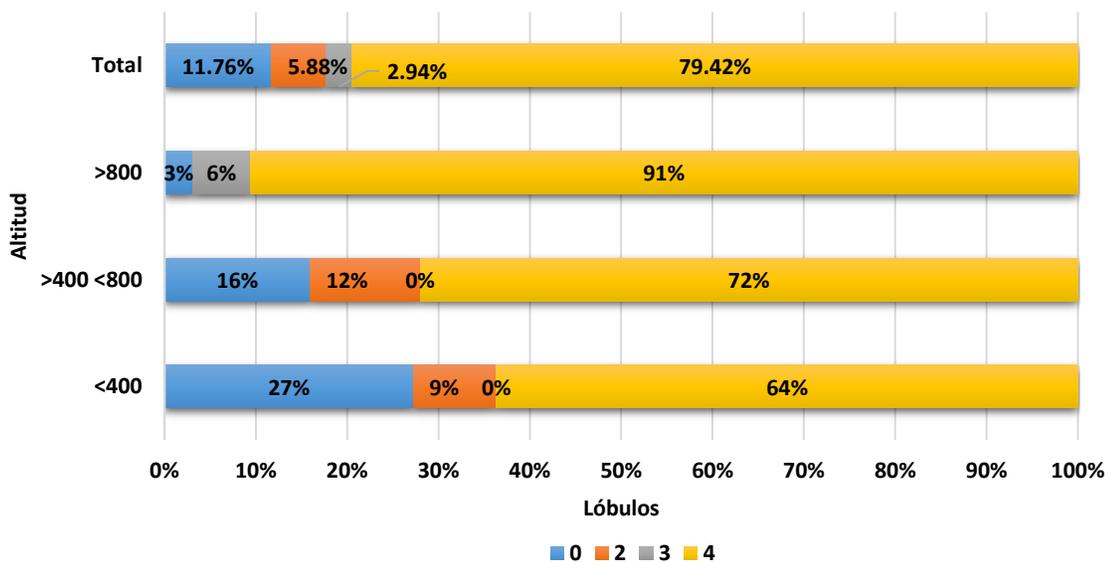


Figura 16. Número de lóbulos en hojas de piñón en Chiapas

Los colores de las hojas fueron de diferentes tonalidades de verde; desde el verde, el verde claro y el verde oscuro, según la carta de colores de la Royal Horticultural Society (2014), encontrándose el 68 % de las hojas con color verde claro (Fig. 17).

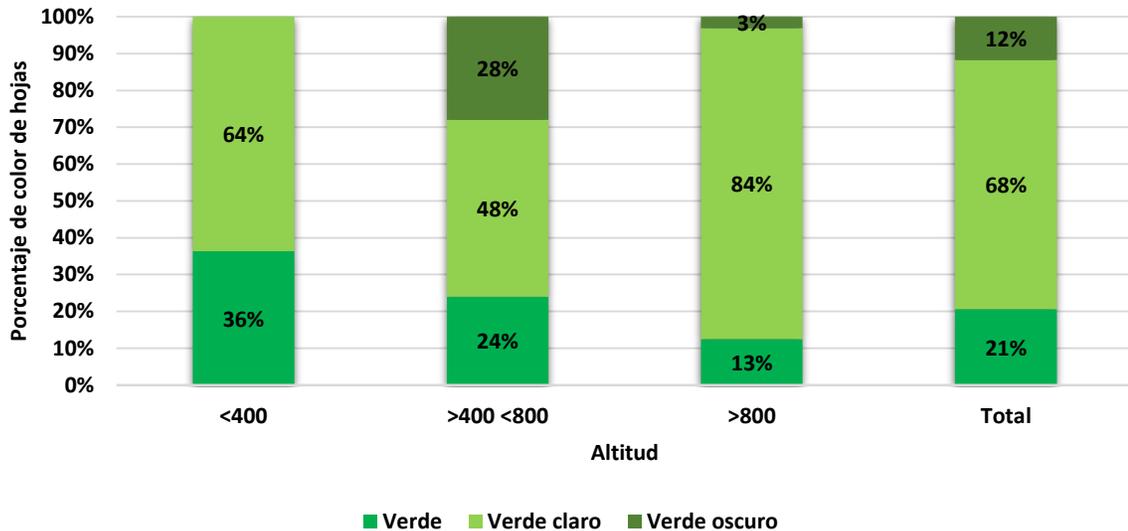


Figura 17. Color en hojas de piñón en Chiapas.

La base de los peciolo foliares varían en colores. En esta investigación se encontraron tres colores fundamentales que fueron el color café, morado y verde, según la carta de colores de la Royal Horticultural Society, (2014) predominando el color verde en un 79 % de los individuos estudiados (Fig. 18).

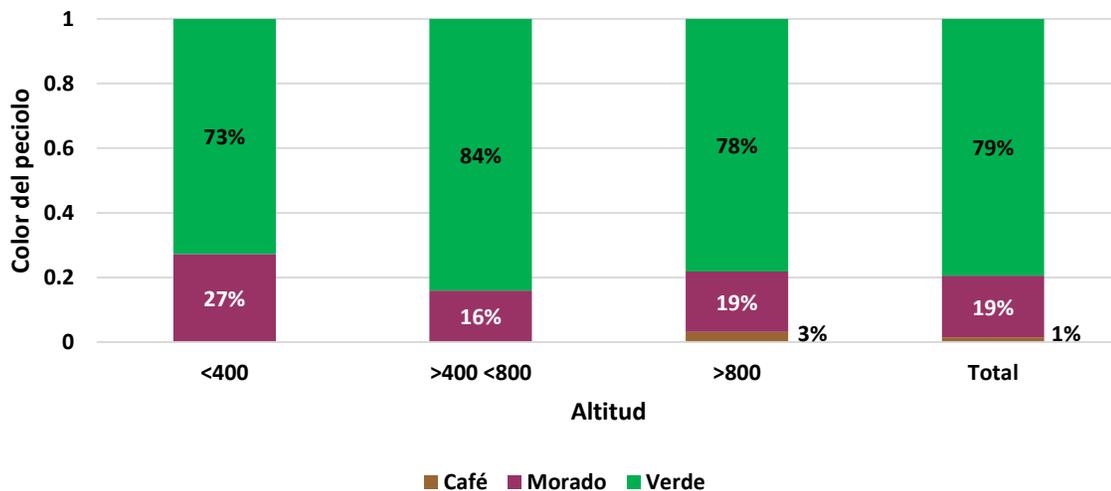


Figura 18. Color en peciolo de piñón en Chiapas.

La longitud de los peciolo muestreados en los diferentes lugares varió desde 9 cm hasta 23 cm, encontrándose la mayor concentración entre los 14 y 18 cm, en un 63 % de los casos (cuadro 5).

Cuadro 5. Características del tamaño de la hoja de piñón en Chiapas.

Variables	Total			Altitud				
	N*	$\bar{Y} \pm D.E.**$	n*	<400	>400 <800		>800	
				$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$
Longitud del peciolo foliar (cm)	67	14.12±2.72	10	12.31±2.03	25	14.76±3.84	32	14.19±1.31
Longitud de lámina foliar (cm)	67	14.11±2.47	10	12.69±2.18	25	15.08±3.10	32	13.79±1.62
Anchura de lámina foliar (cm)	67	16.60±2.85	10	14.71±3	25	17.36±3.94	32	16.60±1.09
Relación longitud/ anchura foliar	67	0.85±0.12	10	0.87±.12	25	0.88±0.14	32	0.83±0.09

*N= Número total de productores o accesiones n= Número total de la clasificación por altitud
 \bar{Y} = Media *D. E.*= Desviación estándar (**A**)= Años.

Zamarripa *et al.*, (2011), menciona que en Chiapas la lámina foliar es simple, alterna y con peciolo largos, con una longitud de 10 a 15 cm y anchura de 9 a 15 cm. Para el caso de esta investigación, la longitud de la lámina foliar se tomó desde la unión de la hoja con el peciolo hasta la punta del ápice. El dato expresado es el promedio de cinco muestras tomadas, encontrándose el mayor número de casos (67 %) en las muestras comprendidas entre los 10 y 14 cm similar en ambos casos y de igual manera coincide con el ancho de la hoja (cuadro 5).

El ancho de la lámina foliar, se tomó desde un extremo a otro de la hoja incluyéndose la parte más ancha de esta. Los resultados estuvieron entre los 9 y 18 cm en un 85 % de los casos revisados; con un promedio general de 17 cm (cuadro 5).

Este valor expresado se obtuvo de la división de la longitud y el ancho de la hoja por lo que los valores igual a 1 significa que la hoja es igual en ambos lados para este caso encontramos que un dos por ciento de la población investigada cumple con esto; valores mayores a 1 significa que la hoja es más larga que ancha, encontrando un 9 % de los casos investigados. Finalmente encontramos que el 89 % de las hojas con un valor menor a uno, lo cual significa que la hoja es más ancha que larga (cuadro 5).

4.3.3. Características de la inflorescencia

La inflorescencia de la planta de piñón está compuesta de flores femeninas y masculinas. Encontramos mucha variabilidad en el número de flores femeninas (desde 3 hasta 19), con una dominancia mayor en el grupo que va de 7 a 12 flores con un 54 % de los casos investigados y un promedio de 9 flores femeninas (cuadro 6). Guerrero-Pinilla (2010), reporta que, aunque haya la presencia de insectos polinizadores, el número de flores que se llegan a convertir en fruto van de seis a ocho aproximadamente, esto debido a una gran variabilidad en cuanto al número de flores femeninas respecto a las masculinas, lo que nos lleva a entender que la prioridad de la planta es asegurar que las flores femeninas sean fecundadas, ya que hay un número mayor de flores masculinas.

Cuadro 6. Características de flores hembras, machos y su relación en plantas de piñón en Chiapas.

Variables	Total		Altitud					
	N*	$\bar{Y} \pm D.E.**$	n*	<400 $\bar{Y} \pm D.E.$	n	>400 <800 $\bar{Y} \pm D.E.$	n	>800 $\bar{Y} \pm D.E.$
Flores ♀	67	10.07±3.82	10	7.92±3.77	25	9.80±3.42	32	10.95±3.94
Flores ♂	67	74.17±28.58	10	56.4±34.28	25	73.52±25.12	32	80.23±27.72
Relación ♀/♂	67	7.48±2.37	10	6.79±2.42	25	7.62±1.71	32	7.58±2.79
Longitud del Pedúnculo foliar	67	8.77±1.45	10	7.5±1.58	25	8.87±1.31	32	9.08±1.34

*N= Número total de productores o accesiones n= Número total de la clasificación por altitud
 \bar{Y} = Media *D. E.*= Desviación estándar (**A**)= Años.

Para el caso de las flores masculinas, se encontró un mínimo de 10 a un máximo de 121 flores. Esto se debe principalmente a que la planta asegura la fecundación de sus flores femeninas produciendo un número mayor de flores masculinas; aunque implique que las plantas sean un tanto improductivas, ya que los frutos se obtienen de la flor femenina. Los porcentajes de los casos encontrados (cuadro 6), se destacan con un 45 % las flores que van de 41 a 80 y en segundo lugar, el grupo que está con más de 80 flores masculinas hasta 121, que fue el máximo encontrado con un promedio de 73 flores. Zamarripa-Colmenero *et al* (2011), menciona que la producción de piñón en México es insipiente, porque la planta tiene aún un carácter silvestre y no hay variedades mejoradas o seleccionadas que permitan producción con características comerciales y buenos rendimientos de grano.

La cantidad de flores femeninas en una inflorescencia de piñón nos indica principalmente su capacidad productiva, obteniéndose la relación 1:2 de flor femenina: flor masculina como mínimo y un máximo de 1:15 (cuadro 6). Así, las plantas más productivas son aquellas que tienen una relación más cercana al número de flores masculinas.

El 70 % de las plantas muestreadas son poco productivas, ya que presentan una flor femenina por 12 masculinas, esto indica que los actuales materiales son poco rentables como cultivos comerciales. Se midió la dominancia de los pedúnculos largos con un promedio de 9 cm para el 74 % de las plantas muestreadas.

Otro dato que se tomó del pedúnculo floral fue el color que presentan, variando el tono del color verde, desde verde claro hasta verde oscuro. La mayoría de las plantas muestreadas (91 %) tuvieron un color verde claro (Fig. 19).

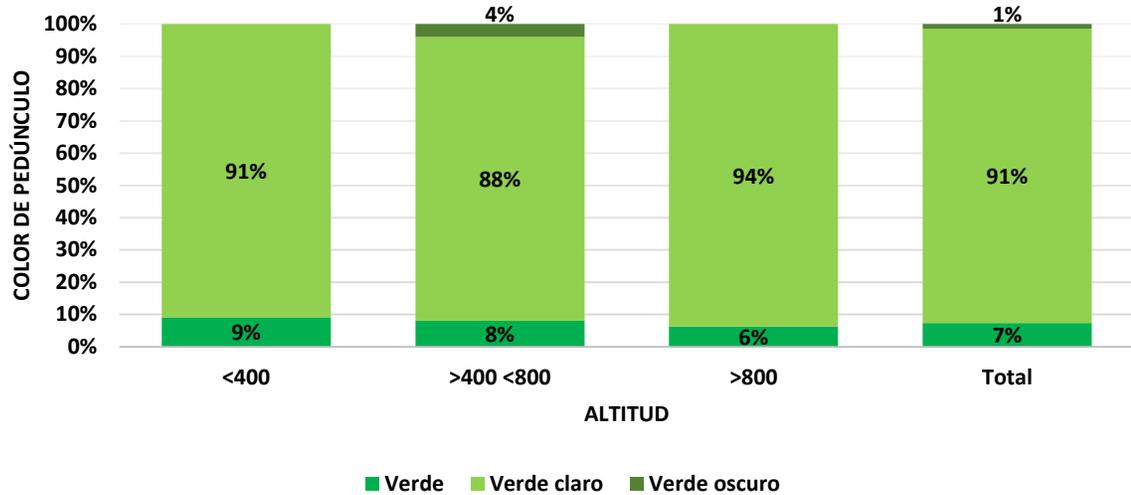


Figura 19. Color del pedúnculo de piñón en Chiapas

4.3.4. Características del fruto

Los racimos de las plantas son las inflorescencias ya con frutos; este dato también nos permite ver la productividad de las plantas. Existe una variabilidad muy grande que va desde cuatro hasta 250 racimos, encontrándose la mayor parte el 49 % de 50 racimos para abajo y una media de 64 racimos cuadro 7.

Cuadro 7. Características del fruto de piñón en Chiapas.

Variables	Total		Altitud					
			<400		>400 <800		>800	
	N*	$\bar{Y} \pm D.E.**$	n*	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$	n	$\bar{Y} \pm D.E.$
Racimos por planta	67	64 ± 48	10	65 ± 74	25	54 ± 43	32	71 ± 42
Frutos por racimo	67	6 ± 2	10	6 ± 3	25	5 ± 2	32	6.54 ± 2.41
Diámetro polar (DP)	67	3.84 ± 1.68	10	4.64 ± 3.08	25	3.53 ± 0.21	32	3.83 ± 1.71
Diámetro Ecuatorial (DE)	67	3.34 ± 1.66	10	3.95 ± 3	25	3.01 ± 0.22	32	3.40 ± 1.70
Relación DP/DE	67	1.16 ± 0.10	10	1.21 ± 0.09	25	1.18 ± 0.13	32	1.14 ± 1.07

*N= Número total de productores o accesiones n= Número total de la clasificación por altitud
 \bar{Y} = Media $D.E.$ = Desviación estándar (A)= Años.

Los frutos que tienen los racimos, también determinan el número de semillas que dicha planta va a producir y en él vemos que el 59 % de las plantas muestreadas presentan entre 5 y 8 frutos por racimo. Este valor sumado a lo presentado en el cuadro 7 refuerza la hipótesis relacionada con el bajo rendimiento de los materiales colectados y la gran variabilidad de producción, ya que encontramos desde un mínimo de 2 a un máximo de 12 y una media de 6 racimos por planta muestreada. Con relación a los valores de las medidas del fruto, se encontró que, el diámetro ecuatorial o ancho del fruto en un 84 % son mayores a 2.9 cm (cuadro 7).

La característica distintiva de la fruta de *Jatropha* según Toral *et al.* (2008), es en forma de cápsulas drupáceas, ovoide, que alcanza medidas de 2.5 a 4 cm de largo y 2 cm de ancho, lo cual coincide con lo reportado en este trabajo (cuadro 7). El 91 % de las frutas tuvo medidas entre 3.1 y 3.9 cm de diámetro polar o largo de fruto. En lo que respecta a la cantidad de frutos totales por planta, nuevamente se puede apreciar la gran variabilidad de producción ya que el 91 % presenta menos de 1100 frutos, así también se encontró plantas con 9 frutos, mientras que otras presentaron 2100 frutos, siendo este último ideal para que un huerto sea rentable económicamente (cuadro 8).

Cuadro 8. Frutos totales

Altitudes de las accesiones	Promedio de frutos totales	Núm. de individuos	Máximos y Mínimos
X ≤ 400	405	10	x
X > 400 < 800	342	24	9
X ≥ 800	491	32	2100
TOTAL	412	66	

La forma del fruto es también característico de la especie, aunque existe diversidad de formas como se observa en el cuadro 9. La forma predominante y característica fue la elíptica y piriforme en la misma planta, en un 59 % de las muestras. Oyuela

(2012), lo describe como un fruto con forma de capsula drupácea y ovoide, lo cual coincide con lo que se encontró en esta investigación.

Cuadro 9. Forma del fruto

Forma del fruto	No. de accesiones	%
Elíptico y piriforme	40	59
Elíptico	11	17
Elíptico y ovado	7	11
Elíptico y circular	2	3
Circular	2	3
Circular y oblato	2	3
Circular y ovado	1	1
Elíptico, oval y circular	1	1
Oblato	1	1
Oblato y ovado	1	1
TOTAL	68	100

La cosecha de los frutos de esta planta varía considerablemente en función de la etapa fenológica y de su uso previsto por los recolectores, ya que muchas de estas plantas se destinan a fines ornamentales, de corral o proporcionan sombra. Cuando preguntamos a las personas si alguna vez han realizado la cosecha, la mayoría respondió que lo hacen cuando los frutos adquieren un tono amarillo, como se muestra en la Figura 20, para posteriormente dejarlos secar. Este proceso evita que los frutos expulsen las semillas mientras aún están en el árbol y, de ese modo, se evita la pérdida de las semillas, ya que estas tienden a desprenderse una vez que adquieren un color negro. Según González-Ávila *et al.* (2011), la cosecha del piñón es un proceso desafiante debido a la variabilidad en la maduración de los frutos, que no ocurre de manera uniforme. Esto implica que la cosecha no se realiza en un

solo momento, sino a lo largo de un período que puede extenderse durante semanas e incluso meses.

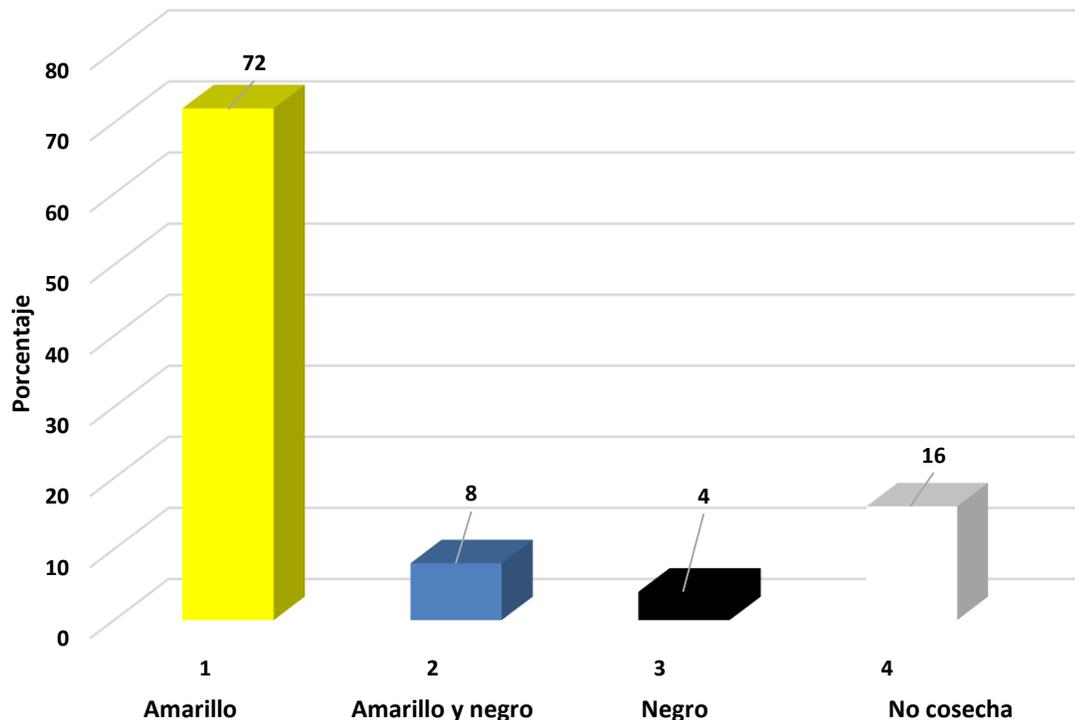


Figura 20. Color del fruto de piñón en Chiapas, al momento del corte.

4.4. Análisis de correlación

Este análisis permitió detectar el grado de asociación existente entre el conjunto de variables morfológicas del piñón (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas, mediante la correlación de Pearson.

Entre los coeficientes de correlación encontrados, la variable edad de la planta registró una asociación con valores positivos altos con altura de la planta (0.49), y el diámetro del tallo a la primera bifurcación (0.73). Sin embargo, se obtuvieron valores negativos con la variable color del tallo (-0.43), relación que puede deberse a el tipo de variable. Esta última variable, tiene una relación negativa con el diámetro del tallo a la primera bifurcación (-0.40).

En las variables relacionadas a las características de la hoja, se encontró una relación positiva alta del tipo de hoja con la variable de número de lóbulos en las hojas (0.92) En éstas mismas características se encontró una relación positiva de la longitud del peciolo foliar con la longitud de lámina foliar (0.70), mismas variables a su vez registran asociación con la anchura de la lámina foliar, (0.79, 0.80, respectivamente) relación que puede deberse a que en la estructura de la hoja las variables están íntimamente relacionadas.

Respecto a las características de la inflorescencia, se encuentra una relación entre las flores por racimo machos con las flores por racimo hembras (0.78) y esta última relacionada a su vez con la proporción de flores hembras y machos por racimo (0.44), que a su vez tiene relación con la longitud del pedúnculo foliar (0.36).

En las variables de las características del fruto, se encuentran principalmente la asociación de la variable número racimos por planta con el número de frutos por racimo (0.41) y con diámetro del tallo a la bifurcación (0.50) y por último se encontró una asociación altamente significativa del diámetro ecuatorial del fruto con el diámetro polar (0.98).

Estas características morfológicas son fundamentales para describir la mayoría de las plantas de piñón y cómo ciertos rasgos están relacionados entre sí. La mayoría de estas características influyen en el desarrollo de la planta de forma positiva o negativa. Por ejemplo, la edad de la planta y la proporción de flores femeninas con respecto a las flores masculinas son factores que pueden influir en estas características.

Cuadro 10. Coeficientes de correlación de Pearson entre los principales rasgos cuantitativos del piñón en Chiapas.

	EP	AP	AB	ANB	DTB	TC	H	NL	LPF	LLF	ALF	RLF	FRM	FRH	FMH	LPF	RP	FR	DP	DE	RD
EP	1.00	0.49*	0.17	-0.19	0.73**	-0.43**	-0.22	0.24	-0.14	-0.23	-0.13	-0.16	-0.17	0.00	0.19	-0.04	0.21	0.10	-0.03	0.00	-0.20
AP		1.00	0.34	-0.32	0.60**	-0.38	0.09	-0.04	-0.16	-0.22	-0.16	-0.12	-0.02	0.14	0.19	-0.13	0.27	0.12	0.13	0.13	-0.01
AB			1.00	0.07	0.17	-0.23	0.02	-0.01	-0.13	-0.25	-0.22	-0.05	0.00	0.12	0.11	-0.14	0.15	0.12	0.05	0.02	0.13
ANB				1.00	-0.21	0.18	0.13	-0.12	0.12	0.13	0.17	-0.02	0.13	0.01	-0.15	0.02	-0.26	0.10	-0.13	-0.15	0.10
DTB					1.00	-0.40**	-0.18	0.24	-0.20	-0.22	-0.21	-0.07	0.03	0.21	0.19	0.03	0.50**	0.19	0.02	0.05	-0.15
TC						1.00	0.26	-0.23	0.12	0.07	0.00	0.15	0.10	-0.06	-0.15	0.01	-0.19	-0.28	-0.12	-0.09	-0.15
H							1.00	-0.92**	0.20	0.16	0.11	0.06	0.07	0.03	-0.05	-0.03	-0.05	-0.22	-0.09	-0.09	0.05
NL								1.00	-0.13	-0.13	-0.08	-0.07	-0.03	0.03	0.08	0.08	0.04	0.23	0.10	0.11	-0.10
LPF									1.00	0.70**	0.79**	-0.23	0.17	0.08	-0.04	0.05	-0.24	0.06	-0.05	0.00	-0.25
LLF										1.00	0.80**	0.17	0.18	0.06	-0.14	0.02	-0.10	0.19	-0.08	-0.08	0.02
ALF											1.00	-0.42	0.16	0.10	0.02	0.09	-0.28	0.06	-0.02	0.01	-0.22
RLF												1.00	-0.06	-0.15	-0.27	-0.12	0.21	0.14	-0.10	-0.14	0.29
FRM													1.00	0.78**	-0.14	0.37	0.10	0.15	-0.03	-0.05	0.15
FRH														1.00	0.44**	0.36**	0.08	0.11	0.03	0.00	0.16
FMH															1.00	0.14	-0.15	-0.18	0.06	0.08	-0.10
LPF																1.00	0.06	-0.05	-0.08	-0.05	-0.16
RP																	1.00	0.41**	-0.04	-0.07	0.20
FR																		1.00	0.03	-0.01	0.22
DP																			1.00	0.98**	-0.12
DE																				1.00	-0.28
RD																					1.00

** Altamente significativo ($p < 0.0001$); EP, Edad de las plantas; AP, Altura de las plantas; AB=Altura a la primera bifurcación, ANB=Angulo de la bifurcación, DTB= Diámetro del tallo a la bifurcación, TC= Color del tallo, H=Tipo de hoja, NL=Número de lóbulos, LPF=Longitud del peciolo foliar, LLF= Longitud de lámina foliar, ALF=Anchura de lámina foliar, RLF= Relación Longitud y anchura de lámina foliar, FRM= Flores por racimo machos, FRH= Flores por racimo Hembras, FMH= Relación flores hembra y macho, LPF=Longitud de pedúnculo foliar, RP= Racimos por plantas, FR=Frutos por racimo, DP=Diámetro polar fruto, DE= Diámetro ecuatorial fruto, RD=Relación de diámetro polar y ecuatorial.

4.5. Análisis de componentes principales

4.5.1. Determinación de componentes

La determinación del número de factores a retener para el análisis de componentes principales se realizó a través de la representación del gráfico de sedimentación (*Scree plot*) de los valores propios. Se consideraron 6 componentes principales que explican un 67.36 % de la varianza y permiten una representación gráfica en dos dimensiones: el componente principal con el autovalor (figura 21).

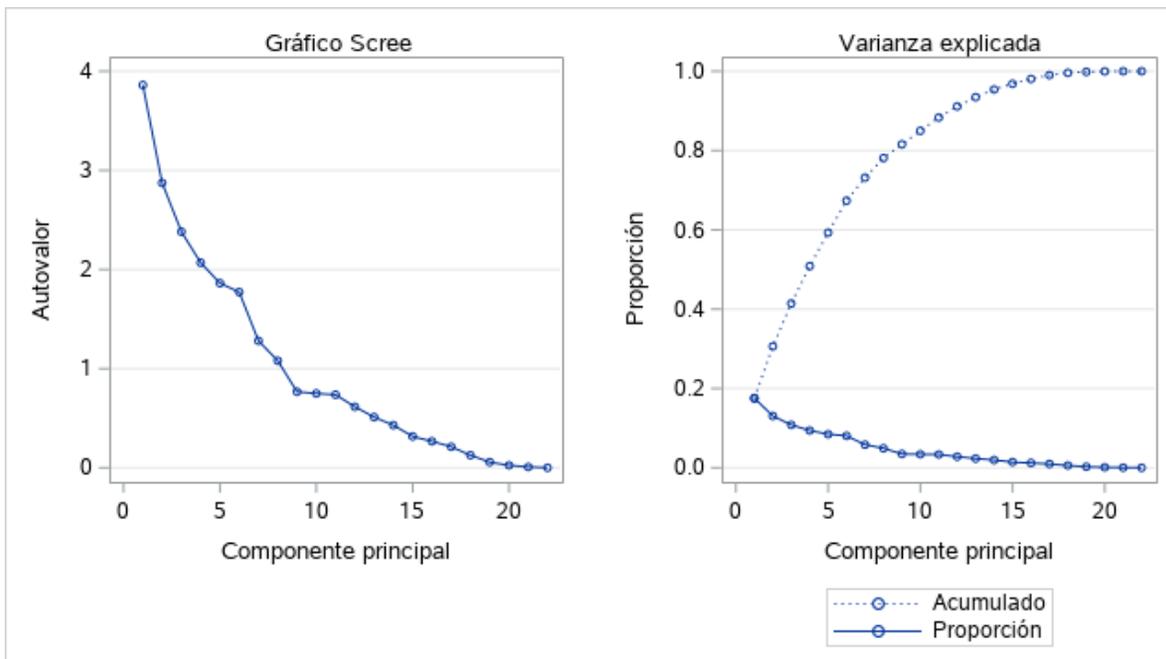


Figura 21. Gráfico de sedimentación (scree plot) como regla de decisión de elección de componentes principales.

4.5.2. Autovalores de la matriz de correlación

Para realizar el análisis de componentes principales, se tomaron las variables relacionadas con la morfometría y las características físicas del piñón que conformaron una matriz de 21 datos. Como resultado, se identificaron las características principales que describen al piñón en diversas regiones de Chiapas. Según el gráfico de sedimentación, los primeros seis componentes explican el 67 % de la variación total de los datos. Esto sugiere que se trata de una ordenación confiable (Cuadro 11).

Cuadro 11. Matriz de valores y vectores propios del análisis de componentes principales de caracteres físicos y morfológicos del piñón en Chiapas.

CP	λ_i	% VCP	% VCP (Acumulada)
1	3.86057101	0.1755	0.1755
2	2.87346849	0.1306	0.3061
3	2.38124003	0.1082	0.4143
4	2.06872899	0.094	0.5084
5	1.86218592	0.0846	0.593
6	1.7723236	0.0806	0.6736

CP=Componentes principales, λ_i = Autovalores, % VCP= Varianza Explicada

4.5.3. Contribución de las variables a cada componente

El análisis de la contribución de las variables evaluadas a la formación de los seis primeros componentes principales (Cuadro 11), mostró que las variables asociadas con el primer componente principal (17 %), son las relacionadas con características generales de la planta como la edad, altura y el diámetro del tallo a la primera bifurcación. El segundo componente principal (13 %), demostró que la variable altitud de las UP asociadas las características del tamaño de la hoja como la longitud del pedúnculo foliar, el ancho de la lámina foliar y al número de flores hembras por racimo. El tercer componente principal (10 %) se encuentra asociado a las variables de número de flores machos por racimo, al número de racimos por plantas y la relación del diámetro polar y ecuatorial del fruto. El cuarto componente (9 %) se identifica principalmente por el tipo de hojas, la altura de la planta y el número de lóbulos. El quinto componente (8 %) está relacionado con plantas que tienen una mayor longitud de lámina foliar y que además tienen un mayor número de racimos. El último componente (8 %) manteniendo la misma proporción de la variación explicada que el componente anterior, explica que se asocia a las plantas con mayor tamaño en el fruto, con las variables de diámetro polar y ecuatorial y su relación de ambas.

Cuadro 12. Matriz de valores y vectores del análisis de componentes principales de caracteres físicos y morfológicos del piñón en Chiapas.

Variables	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
Altitud	0.03	0.36	0.10	-0.25	-0.13	-0.06
Edad de las plantas	0.34	0.12	-0.03	0.08	0.16	-0.30
Altura de las plantas	0.32	0.03	0.00	0.39	0.14	-0.06
Altura a la primera bifurcación	0.19	-0.04	0.08	0.21	0.01	0.04
Angulo de la bifurcación	-0.20	0.01	0.12	-0.06	-0.03	0.02
Diámetro del tallo a la bifurcación	0.38	0.16	0.09	0.14	0.12	-0.13
Color del tallo	-0.28	-0.14	-0.01	-0.05	-0.24	0.01
Tipo de hoja	-0.22	-0.16	0.07	0.53	-0.03	-0.04
Número de lóbulos	0.22	0.21	-0.06	-0.51	0.02	0.04
Longitud del peciolo foliar	-0.29	0.31	-0.08	0.12	0.28	-0.08
Longitud de lámina foliar	-0.31	0.23	0.07	0.05	0.39	0.07
Anchura de lámina foliar	-0.29	0.37	-0.11	0.10	0.28	-0.09
Relación Longitud y anchura de lámina foliar	-0.02	-0.28	0.24	-0.12	0.12	0.22
Flores por racimo machos	-0.08	0.29	0.32	0.12	-0.23	0.29
Flores por racimo hembras	0.04	0.35	0.25	0.23	-0.33	0.19
Relación flores hembra y macho	0.13	0.17	-0.12	0.18	-0.28	-0.19
Longitud de pedúnculo foliar	-0.03	0.27	0.13	-0.05	-0.34	-0.01
Racimos por plantas	0.24	-0.01	0.31	0.04	0.18	0.15
Frutos por racimo	0.11	0.14	0.25	-0.11	0.37	0.27
Diámetro polar fruto	0.10	0.06	-0.42	0.10	0.00	0.52
Diámetro ecuatorial fruto	0.10	0.08	-0.46	0.09	-0.01	0.47
Relación de diámetro polar y ecuatorial	0.01	-0.19	0.36	0.04	0.05	0.25

4.5.4. Diagrama de dispersión

Al examinar los diagramas de dispersión de las variables (Figura 20) y comparar los dos primeros componentes principales, que explican la mayor cantidad de variación (CP1 vs. CP2), se observa que el primer componente principal presenta una varianza significativamente mayor que el segundo.

En la misma figura (Figura 20), se puede notar que la elipse con un nivel de significancia $\alpha=0.05$ señala que las unidades de producción 16, 33, 26, 5 y 4 se consideran valores atípicos en relación a las variables que caracterizan estos dos primeros componentes. Por otro lado, en un plano cartesiano, las unidades de

producción 48, 63 y 43 sobresalen en comparación con el resto de las unidades de producción de piñón que se encuentran en el centro del gráfico.

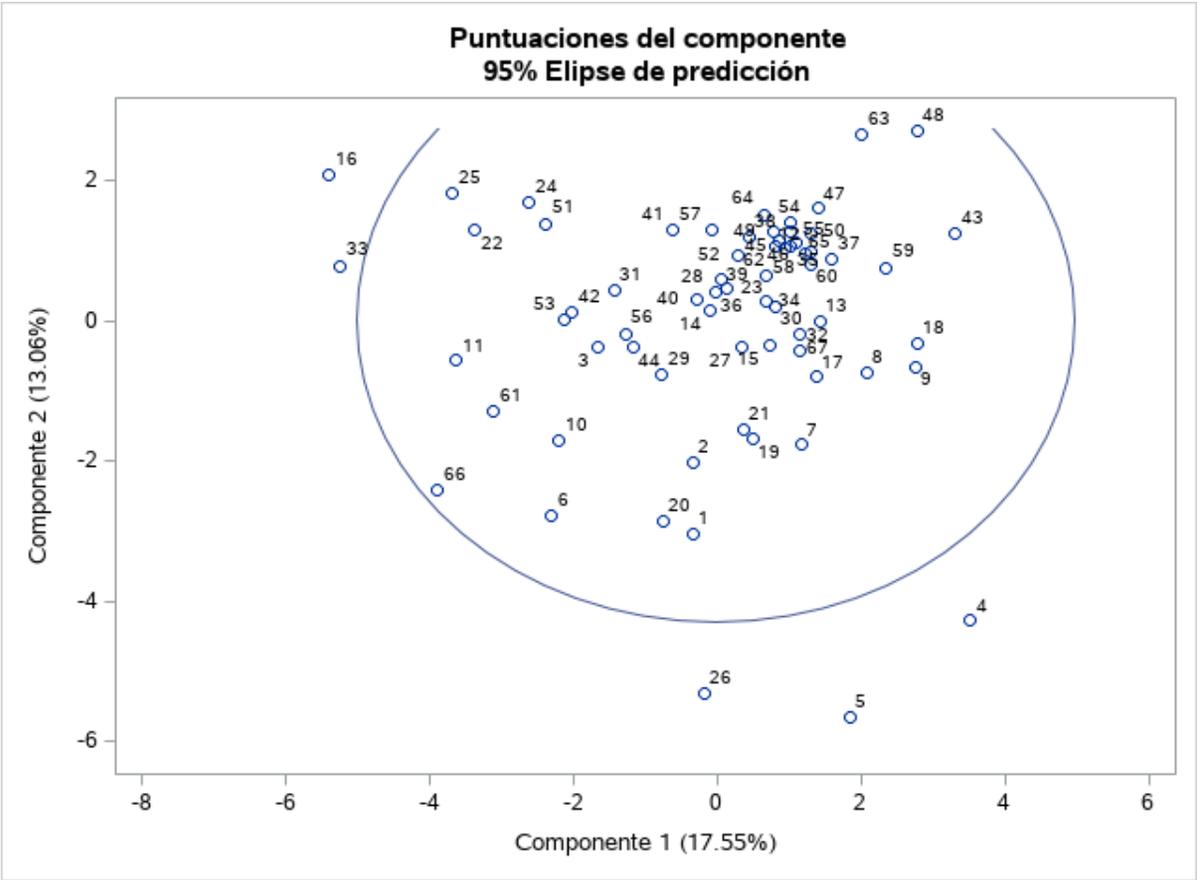


Figura 22. Patrón del componente de las variables respecto al primer componente vs el segundo componente de las características del piñón en Chiapas.

5. CONCLUSIONES

Este estudio etnobotánico del piñón comestible *Jatropha curcas* L que se realizó en diferentes regiones del estado de Chiapas, arrojó un total de 72 entrevistados de los cuales todos dijeron conocer el piñón comestible y en su mayoría tener más de 40 años de conocerlo, aunque el conocerlo no implica un conocimiento profundo, ya que lo conocen principalmente como cerco vivo tanto el piñón comestible como el tóxico. Dejando ver un desconocimiento potencial que este puede tener. Algunos productores mencionaron un uso medicinal, industrial, cosmético, combustible y comestible destacando el consumo hervido y tostado, en menor proporción mazapanes, garapiñados, turuletes, totopo y crudo.

La descripción morfométrica del piñón comestible en su tamaño hubo variación en el tamaño ya que depende mucho de la edad y el manejo que se le da al cultivo principalmente las podas, encontrando una prevalencia de plantas de 2.5 a 5 m, la bifurcación de la primera rama se ubica en promedio a 50 cm con más del 60 % de accesiones, con un ángulo agudo, ya que ninguna superó los 60° de inclinación; la mitad de la población muestreada muestra un diámetro de 18 a 36 cm y de color gris en su mayoría.

En este estudio se encontró que, en algunas regiones del estado de Chiapas, el piñón se consume de manera frecuente y sin temor a intoxicaciones, y que en la vasta variabilidad genética existente no se detectaron caracteres específicos con dichas características entre planta y planta.

La mejor opción para la selección de plantas no tóxicas es el método bioquímico mediante la detección de ésteres de forbol, los cuales son los causantes de la toxicidad de la especie. Otro método efectivo pero riesgoso es el tradicional, mediante la prueba física de toxicidad (ingesta). De acuerdo a lo evidenciado en este trabajo, el consumo de semillas (incluso una sola) con toxicidad, causará vómitos y diarrea.

Los usos encontrados en accesiones de Chiapas, por sus características particulares son: curativos, comestibles, refugio, maderables, etc. Estos usos se identificaron particularmente las etnias Zoques y Choles, quienes han cultivado por generaciones el piñón para usos curativos y comestibles,

Por lo tanto, se concluye que el piñón es una planta con historia y con un potencial amplio debido a sus usos múltiples, que ha contribuido como un recurso valioso para aquellos productores que lo usan más allá del cerco vivo.

6. LITERATURA CITADA

- Alcorn J. B. (2001). *Ámbito y objetivos de la etnobotánica en un mundo de desarrollo*. Universidad Autónoma Chapingo. 6ª Reimpresión. México. 4 p.
- Alfonso B., J. (2008). *Manual para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras*. Ed. La Lima. Cortés, Honduras. 34 p.
- Beyra A., León M.C., Iglesias E., Ferrándiz D., Herrera R., Volpato G., Godínez D., Guimaraes M. y Álvarez R. (2004). Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camagüey (Cuba). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 61(2):185-204. [http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/anales/2004/Anales_61\(2\)_185_203.pdf](http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/anales/2004/Anales_61(2)_185_203.pdf).
- CEIEG (Comité estatal de información estadística y geográfica). (2018). *Características de los terrenos rurales de Chiapas*. México.
- Chávez C. Ma. A. (2013). *Etnobotánica 1*. Universidad de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Área de Botánica. 2 p.
- Chivandi E., Kachigunda B. and Fushai F. (2005). A comparison of the nutrient and anti-nutrient composition of industrially processed Zimbabwean *Jatropha curcas* and *Glycine max* meals. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8 (1):49-53.
- Echeverría, T. R. G. (2008). *Manejo del cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) en la región San Martín*. Ministerio de Agricultura – MINAG. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.
- Francis, G. Edinger R., Becker K. (2005). A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. *Nat. Res. Forum* 29:12-24.

Gómez-Pompa A., Marín-Andrade A.I., Campo-García J., Domínguez-Landa J.H., Cano-Asseleih L.M., Segura-Juárez L.M., Cuéllar-Martínez M., Fernández-Sánchez M.J., Sánchez-Sánchez O.; Lozoya X. (2009). La xuta se come, kin chutakan wakan; xuta, jatropa, piñón o aishte, patrimonio del Totonacapam Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 71 p.
http://www.uv.mx/diprocafe/libros_electronicos/la_xuta/LA_XUTA_SE_COME.pdf

González-Ávila A, García-Mariscal K, Hernández G. M. A, Teniente-Oviedo R, Solís-Bonilla, J.L, Zamarripa-Colmenero, A. (2011). Guía para cultivar piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) en Jalisco. Folleto técnico No. 6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

Guerrero Pinilla J.A. (s. f.). Estudios con base en la floración de *Jatropha curcas* L., realizado en Colombia. 17 p.

Guerrero-Pinilla J.A. (2010). Caracterización morfológica y agronómica del piñón (*Jatropha curcas* L.) en la colección nacional de germoplasma de CORPOICA “La Libertad”. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Los Llanos. Villavicencio, Meta, Colombia. 129 p. http://www.ediciona.com/portafolio/document/0/2/2/3/tesis_car_3220.pdf

Gutiérrez B. E. (2020). Estudio y análisis de la obtención de biodiésel a partir de *Jatropha curcas* y aplicación a los motores de combustión interna. Dpto. Ingeniería en energética. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Sevilla.

Harrison R., Harrison M. y García-Hernández C. (1981). Diccionario zoque de Copainalá.

Número 23 de la Serie de Vocabularios y Diccionarios Indígenas “Mariano Silva y Aceves”. Instituto Lingüístico de Verano, A.C. México. 489 p.

Heller J. (1996). Physic nut, *Jatropha curcas* L.: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben. International Plant Genetic Resources Institute. Rome. 66 p.

- Hernández X. E. (2001). Exploración etnobotánica y su metodología. Universidad Autónoma Chapingo. Programa nacional de etnobotánica. Décimo sexta reimpresión. 2 p.
- Hull D.L. (1970). Contemporary Systematic Philosophies. Annual Review of Ecology and Systematic. pp. 1-19.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2022). Censo agropecuario 2022, Resultados oportunos del estado de Chiapas.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2016). “Estadísticas a propósito día del trabajador agrícola (15 de mayo)”.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2012). Perspectiva estadística Chiapas.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2011). Diseño de la muestra en proyectos de encuesta. Aguascalientes, México. 22 p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2022). El INIFAP impulsa el cultivo de *Jatropha curcas* como alternativa para la producción de biocombustibles. México.
- López M. J. y Molina V. A. (2008). Citado por Domínguez A. 2020. Chiapas Paralelo. Desigualdades para las mujeres chiapanecas quienes participan en el campo. Chiapas, México.
- López M., R. (2008). Potencial productivo de semilla de *Jatropha curcas* en Sinaloa. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Centro de geociencias. pp. 14.
- López P. G. (2019). *Jatropha curcas* L., Un cultivo con potencial bioenergético. El sol de México. Organización Editorial Mexicana. <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/jatroha-curcas-l.-un-cultivo-con-poyencial-bioenergetico-3062605.html>.

- López S.J., Nieto A.R., Barrietos-Priego A.F., Rodríguez P.E., Colinas-León M.T., Borys MW. (2008). Selección de variables morfológicas para la caracterización del tejocote (*Crataegus* spp). Revista Chapingo Serie Horticultura; 14(2): 97-111.
- Martínez-Herrera J. (2011). Avances y perspectivas del piñón mexicano: biodiesel y pasta residual. II Seminario Internacional de *Jatropha*. INTA-EEA. Salta, Salta, Argentina. Pp. 42-43.
<http://www.corpoica.org.co/sitioWeb/Documento/JatrophaContrataciones/ARTICULO9.pdf>
- Martínez-Herrera J., Martínez-Ayala A.L. y Dávila-Ortiz G. (2006). El piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) fuente de energía renovable. Memorias del V Congreso Internacional y XI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Autónoma del Estado de México, Red de Ciencias Ambientales. Cuernavaca, Morelos, México. 4 p.
http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CB/EO/CBO-18.pdf
- 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 Mexico. Food Chem. 96:80-89.
- Makkar H.P.S.; Becker K., Schmook B. (1998). Edible provenances of *J. curcas* from Quintana Roo state of México and effect of roasting on antinutrient and toxic factors in seeds. Plant Food for Human Nutr. 52:31-36.
- Milián-Jiménez M.D. (2014). Recursos fitogenéticos. EcuRed. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). La Habana, Cuba.
http://www.ecured.cu/index.php/Recursos_fitogeneticos
- Oyuela S.D, (2012). Introducción al cultivo de piñón. Manual cultivo de *Jatropha curcas* (piñón). © SNV. Segunda Ed. Honduras. pp 15-16.
- Pardo de Santaya M. y Gómez P. E. (2003). Etnobotánica: Aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. Anales Jard Bot. Madrid. pp. 171 – 182.

- Pabón G., G. (2009). Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.). En: Cultivos energéticos alternativos. E. R. Recalde P. y J. M. Durán A (eds.). Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de tecnología en Oleaginosas (CIITTOL). Ibarra, Ecuador. pp. 25-38.
- Pérez de la Cerda F.J. (2014). Descripción varietal. Conferencia Presentación Power Point. Taller SNICS-SAGARPA-UNACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 20 p.
- Piquin E.J. (2007). El piñón (nombre común de *Jatropha*) una alternativa para producir biodiesel. Centro de Debate y Market Place de Biocombustibles. España <http://www.biodieselspain.com/2007/06/05/el-pinon-nombre-comun-de-jatrofa-una-alternativa-para-producir-biodiesel/>
- Prakash A.R., Patolia J.S., Chikara J., Boricha G.N. (2007). Floral biology and flowering behaviour of *Jatropha curcas*. In: Expert seminar on *Jatropha curcas* L. agronomy and genetics. Pp. 26-28.
- Quiroga-Madrigal R.R., Aguilar-Astudillo E., Morales-Morales C.J., Rosales-Esquinca M.A. y Gil-Martínez G. (2010). Guía ilustrada de insectos y arañas asociados al piñón (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas, México, con énfasis en la Depresión Central. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Pp 7-8.
- Royal Horticultural Society.(2014). Royal Horticultural Society Colour Charts, Edition V, Version 2 (measured with spectrophotometer). London. s.p. <http://rhscf.orgfree.com/>
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2015). *Jatropha curcas* oro y promesa verde. 23 de Noviembre de 2015. México.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2009). *Jatropha* poblana puede ser comestible. Boletín SICDE 29 de octubre de 2009. México. http://www.sicde.gob.mx/portal/bin/boletinDetalle.php?from=450&accion=buscar&subrutina=pagina_1&column=2&busqueda=&orderBy=Boletines.Fecha&order=ASC&fecha=&boletinId=20304174844ae9c2c16c56d

- Samayoa M. O. (2008). Guía técnica del cultivo de tempate *Jatropha curcas* L. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).
<http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/Cultivo%20de%20Tempate.pdf>
- Sánchez S. O. M. (2020). CITRO (Centro de investigaciones tropicales) Universidad Veracruzana. México.
- SEGOB. (2010). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: Chiapas. Secretaría de Gobierno. México. http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/EMM_chiapas
- SICA (Sistema de la integración Centroamericana). (2006). Cultivo de *Jatropha curcas* y construcción de una planta de biodiesel en San Esteban, Olancho, Honduras.
<https://www.sica.int/download/?86154>.
- Solís-López M. (2012). Caracterización molecular de accesiones de piñón (*Jatropha curcas* L.) del estado de Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas, México. 78 p.
- Sunil N., Kumar V., Sujatha M., Rao G.R. and Varaprasad K.S. (2013). Minimal descriptors for characterization and evaluation of *Jatropha curcas* L. germplasm for utilization in crop improvement. *Biomass and Bioenergy* 48:239-249.
- Toral O.C. Iglesias J.M., Montes de Oca S., Sotolongo J.A., García S. y Torsti M. (2008). *Jatropha curcas* L., una especie arbórea con potencial energético en Cuba. *Pastos y Forrajes* 31(3):191-207. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v31n3/pyf01308.pdf>
- Toro-Ibacahce M. V., Manríquez Z. G., Suazo G. I. (2010). Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology*. Universidad de Talca, Chile.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022010000400001
- Torres C. A. (2008). Ficha técnica de *Jatropha curcas*. Cultivos energéticos SRL. San Carlos, Republica de Argentina. 6 p.

- Valdés R.O.A., Sánchez S.O., Pérez V.A., Caplan J. (2013). *Jatropha curcas* L. mexicana no tóxica recurso alimenticio o biocombustible. Centro de Investigaciones Tropicales. Xalapa, Veracruz, México. 8 p.
- Yepes R.F.C., Carmona M.A.L., Correa Z.N. y Quiroz G.J.A. (2012). Plagas Potenciales del Cultivo de *Jatropha curcas* L., en el Occidente de Antioquia, Colombia. Antioquia, Colombia.
- Zamarripa-Colmenero, A., Solís-Bonilla, J.L., González Ávila A., Teniente-Oviedo R., Martínez-Valencia B.B. y Hernández-Martínez M. (2011). Guía técnica para la producción de piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas. Folleto técnico No. 26. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Tuxtla Chico, Chiapas México. 82 p.