

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VAINA EN LA HUERTA DE  
MEZQUITE (*Prosopis spp*) DEL MPIO. DE SAN PEDRO, COAH.**

**POR  
SAIDEL DARUVI SOLÍS ROBLERO**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**FEBRERO DE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VAINA EN LA HUERTA DE  
MEZQUITE (*Prosopis spp*) DEL MPIO. DE SAN PEDRO, COAH.

POR  
SAIDEL DARUVI SOLÍS ROBLERO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

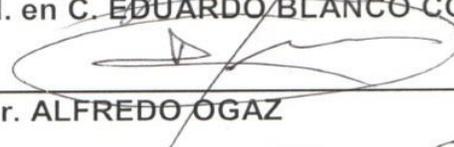
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
M. en C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

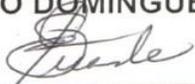
ASESOR:

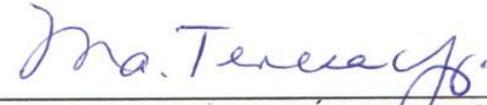
  
Dr. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

  
M. en C. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ

ASESOR:

  
M. Sc. EMILIO DUARTE AYALA

  
DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA  
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



Asociación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VAINA EN LA HUERTA DE  
MEZQUITE (*Prosopis spp*) DEL MPIO. DE SAN PEDRO, COAH.

POR  
SAIDEL DARUVI SOLÍS ROBLERO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

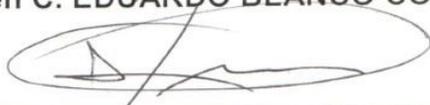
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
M. en C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

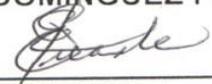
VOCAL:

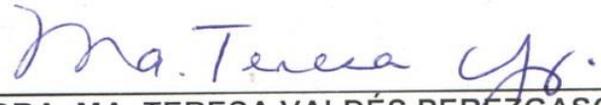
  
Dr. ALFREDO OGAZ

VOCAL:

  
M. en C. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ

VOCAL SUPLENTE:

  
M. Sc. EMILIO DUARTE AYALA

  
DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA  
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2015

## **DEDICATORIAS**

El presente trabajo es dedicado para todas las personas que estuvieron siempre apoyándome, teniendo siempre su comprensión y sobre todo por darme toda su confianza.

Con dedicatoria muy especial a mi familia, quienes con su gran esfuerzo y fe lograron brindarme las facilidades para poder superarme y así cumplir una de mis metas. Brindándome siempre sus sabios consejos para orientarme y corrigiéndome cuando ha sido necesario, dándome siempre ese ánimo para salir adelante ya que es difícil mantenerse lejos del hogar, de la familia, a todos ellos gracias por nunca dejarme solo.

### **MIS PADRES**

Lidia Roblero Hernández

Carlos Saidel Solís Castillejos

### **MIS HERMANOS**

Eglayde Yaneth Solís Roblero

Juan Daniel Solís Roblero

Gracias también a todos mis amigos que de cierta forma estuvieron y fueron parte de mi formación.

Gracias a todos mis maestros, que transmitieron su buen saber desde el preescolar hasta la educación superior.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a **DIOS** por darme vida y fortaleza para poder sobrellevar todas las adversidades que implicaron en mi formación y que gracias a ello me permitió formarme profesionalmente.

A mi **ALMA TERRA MATER** formarme como profesionista y considerarme orgullosamente Narro.

Al M. en C. Eduardo Blanco Contreras por ser mi maestro y permitirme ser parte de su equipo de investigación, por su apoyo, comprensión, buenos deseos y sobre todo ser mi asesor de tesis.

Al Dr. Alfredo Ogaz por ser mi maestro, guiarme y transmitir sus conocimientos para la realización de mi tesis.

Al M. en C. Fortino Domínguez Pérez por ser mi maestro, por sus consejos y sobre todo por ser parte en la realización de mi tesis.

A la Biol. Mercedes Sáenz López por su apoyo en el trabajo de laboratorio para la realización de mi tesis.

Al M. en Sc. Emilio Duarte Ayala por sus observaciones y apoyo en la realización de mi tesis.

Al Sr. Sostenes Rosales por permitir realizar la investigación en su pequeña propiedad “Los Whiles”.

Agradecimiento a todos mis amigos por compartir momentos inolvidables.

Un agradecimiento muy especial a mi novia Ana Janeth por ser parte fundamental en mi formación, por su apoyo, comprensión y consejos.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo general.....	4
1.1.1 Objetivos específicos.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
II. LITERATURA REVISADA .....	5
2.1 El mezquite en México y en la Región Lagunera .....	5
2.1.1 Taxonomía del complejo <i>Prosopis</i> .....	5
2.1.2 El género <i>Prosopis</i> en México.....	6
2.1.3 Especies regionales .....	7
2.1.4 Ecología regional del mezquite .....	8
2.1.4.1 El mezquite en el desierto Chihuahuense.....	8
2.1.5 Productividad.....	9
2.1.6 Servicios Ambientales.....	11
2.1.6.1 Otros ejemplos de Servicios Ambientales del mezquital .....	12
2.2 Vaina, usos del fruto del mezquite.....	13
2.2.1 Uso de la vaina como forraje.....	14
2.2.2 Harina para uso humano.....	15
2.2.3 Producción de semillas.....	15
2.2.4 Sanidad de las vainas.....	17
2.3 Agroecosistema de Mezquite.....	17
2.3.1 Agroecosistema forestal del mezquite .....	20
2.3.2 Sistema diversificado de mezquite .....	21
2.3.3 Propuesta huerta de mezquite .....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Localización del área de estudio .....	23

3.2 Trabajo de campo.....	23
3.3 Producción de vainas (Rendimiento).....	24
3.4 Trabajo de Laboratorio.....	24
3.4.1 Humedad y peso seco .....	24
3.4.2 Separación de vainas maduras y tiernas.....	25
3.4.3 Caracterización morfológica de la vaina .....	25
3.4.4 Sanidad de vainas.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Rendimiento de vainas .....	26
4.2 Porcentaje de humedad.....	27
4.3 Madurez de las vainas .....	28
4.4 Caracterización morfológica.....	29
4.4.1 Coloración y nivel de curvatura.....	29
4.4.2 Características morfométrica.....	31
4.5 Sanidad de vainas .....	33
V. CONCLUSIÓN .....	36
VI. LITERATURA CITADA .....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Usos y beneficios del mezquite.....	13
Cuadro 2. Rendimiento de vainas por árbol en peso fresco.....	27
Cuadro 3. Porcentaje de humedad en vainas.....	28
Cuadro 4. Porcentaje de vainas maduras y tiernas.....	28
Cuadro 5. Color de vainas y grados de curvatura.....	30
Cuadro 6. Morfometría básica de vainas maduras por árbol.....	31
Cuadro 7. Morfometría básica de vainas tiernas por árbol.....	32
Cuadro 8. Porcentaje de sanidad en vainas maduras.....	33
Cuadro 9. Porcentaje de sanidad en vainas tiernas.....	34
Cuadro 10. Síntesis de la caracterización de frutos en la huerta de mezquite.....	35

## RESUMEN

Actualmente las tierras áridas conforman aproximadamente una tercera parte de la superficie de terreno mundial. El árbol de mezquite (*Prosopis spp.*) es nativo de las zonas áridas y semiáridas, su nombre proviene de la palabra azteca “misquitl”. El principal objetivo de este trabajo fue describir la producción de vaina en un mezquital manejado como huerta en San Pedro, Coahuila. Se evaluó la producción de vainas, el porcentaje de humedad, presencia de vainas tiernas y maduras al momento de la cosecha, la diversidad de frutos cualitativa y morfológicamente así como la sanidad de las vainas. El rendimiento se estableció en un promedio de 8 kg (9.8 g/cm<sup>2</sup>) por árbol, con un 20 % de humedad en general y un 65% de madurez. Las vainas son principalmente rojizas y en menor porcentaje amarillas con un árbol excepcionalmente de producción negra. El 50 por ciento de los árboles presentaron una morfometría de vainas robustas y el complemento de frutos reducidos. La sanidad aparente mente no se relaciona con la madurez pero sí con la coloración, resultando mayor daño en las vainas claras y menor en la obscura. Se discute con otros autores con respecto a los rendimientos y las tonalidades, así como la aportación de diferenciar vainas tiernas de maduras para la sanidad. Considerando la necesidad de un control biológico, ya que la vaina se usa para alimento. Se concluye que la huerta de mezquite desde el aprovechamiento de vainas, es una alternativa agroecológica viable para los productores de San Pedro, Coahuila.

**Palabras claves:** Huerta, mezquite, vainas, forraje, productividad.

## **ABSTRACT**

At present, the drylands make up about third of the global land surface. The mesquite tree (*Prosopis spp.*) is native to the arid and semi-arid areas; its name comes from the Aztec word "misquitl". The main objective of this study was to describe the pod production handled as an orchard in San Pedro, Coahuila. Pod production, moisture percentage, presence of tender and mature pods when harvesting, qualitative diversity of fruits and morphologically as well as the healing of the pods were evaluated. Yield was set at an average of 8 kg (9.8 g / cm<sup>2</sup>) per tree, with 20% of moisture in general and 65% of maturity. The pods are mainly red and yellow lesser percentage exceptionally black tree prod. Fifty percent of the trees morphometry showed a robust pods and fruits plug reduced. The apparent healing mind is not related to maturity but with the coloring, resulting in more damage and less clear pods in the dark. It is discussed with other authors regarding yields and hues as well as the contribution of differentiating young pods ripe for healing. Considering the need of a biological control since the sheath is used for feed. It is concluded that the mesquite orchard from the use of pods, it is a viable alternative from the agroecological point of view for the mesquite growers in San Pedro, Coahuila.

**Keywords:** Orchard, mesquite, pods, fodder, yield.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las tierras áridas conforman aproximadamente una tercera parte de la superficie de terreno mundial. De acuerdo con Rivera *et al.*, (2007), el 65% de nuestro país se encuentra clasificado como árido a semiárido y dadas las condiciones climáticas y ecológicas adversas de estas regiones el desarrollo de las actividades productivas se han visto limitadas. Por lo tanto los recursos naturales son esenciales para el desarrollo de actividades productivas en el orden social (Ruíz, 2011).

El árbol de mezquite (*Prosopis* spp.) es nativo de las zonas áridas y semiáridas, su nombre proviene la palabra azteca “misquitl”, aunque también es conocido por los nombres de, “chucata”, “tziritzequa” y “algarroba”. Es un árbol de 4-12 m de altura que pertenece a la familia Leguminosae (Fabaceae), subfamilia Mimosoideae y género *Prosopis*. En dichas zonas, se ha considerado que el cultivo del mezquite representa una alternativa de desarrollo agropecuario forestal que podría mejorar los niveles de vida del sector rural. Este recurso es abundante en Estados Unidos, México, Perú, Chile, Argentina, Brasil, Australia, Haití, Paquistán y en las partes áridas de la India (Méndez *et al.*, 2007., López-Franco, 2006).

Para México la mayor densidad de mezquiales (o mezquiteras) se concentra principalmente en el estado de Sonora, aunque también abunda en los estados de Durango, San Luis Potosí, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas (López-Franco. 2006). El estado de Coahuila comprende 38 municipios, y solo en siete de ellos se ha registrado aprovechamiento forestal de mezquite, de los cuales, los municipios de Cuatrociénegas y San Pedro son los más importantes, pues su producción representa el 87 % del total producido en el estado (Roblero, 2012).

De acuerdo con Johnston (1962) citado por Villanueva *et al.*, (2004), en México se distribuyen diversas especies de mezquite, entre las que se encuentra *Prosopis laevigata*, *P. glandulosa* var. *glandulosa*, *P. glandulosa* var. *torreyana*, *P. Juliflora*, *P. articulata* y *P. velutina*. La especie más común para Coahuila es *P. glandulosa* con sus dos variedades *glandulosa* y *torreyana* (Galindo, 1983), y en la Comarca Lagunera, según parece también se encuentra presente *Prosopis velutina*, así como híbridos de las especies mencionadas (comunicación personal, Blando, 2001, en Villanueva *et al.*, 2004).

Las especies nativas de zonas áridas y semiáridas de México, en particular el mezquite mielero (*Prosopis glandulosa* Torr.) y el huizache (*Vachellia farnesiana* Wright), constituyen un recurso vegetal de gran importancia económica para la población rural. Quien colecta y almacena las vainas secas para alimentar al ganado, y los tallos los utilizan de manera artesanal, para la obtención de postes para cercas y para fabricar carbón. El uso indiscriminado de estas especies sin un plan de manejo y aprovechamiento, ha ocasionado que estos recursos cada vez estén menos disponibles (Villarreal *et al.*, 2013).

En algunos sitios del Altiplano Potosino, donde la colecta del fruto o vaina del mezquite, que se utiliza para la conformación de dietas balanceadas o consumo directo en la alimentación de ganado (Silbert, 1988), constituye una fuente adicional de ingresos para los habitantes del medio rural.

Evidencias arqueo-botánicas y documentos históricos, establecen que varias especies de *Prosopis* constituyeron una importante fuente de alimento, combustible, forraje, etc. Los primeros registros arqueológicos del uso del mezquite fueron como alimento humano, datan desde los tiempos de los indios, cazadores Chichimecas y de los recolectores de comida que vagaban por sus montañas, cosechando las vainas de los mezquites que se comían como fruta

fresca o se conservaban en una solución hecha de su propio jugo dulce (Ruiz, 2011).

En el caso de la alimentación animal, la utilización de la vaina data de siglos de observación de los hábitos de consumo del ganado. A través de los años el consumo de la vaina por parte del ganado se ha establecido como una costumbre que ha permitido disminuir el costo de las raciones alimenticias que son suministradas, así como mantener al ganado en buen estado durante la época de estiaje debido a su alto contenido de carbohidratos y proteína (Ruiz, 2011).

Por otra parte, el desconocimiento de técnicas o incumplimiento de la normatividad forestal en lo referente al aprovechamiento de la leña de mezquite, ha llevado a los productores a una sobreexplotación del recurso, ejerciendo una presión cada día mayor sobre el ecosistema, el cual es frágil por las condiciones ambientales, esto hace que los arboles sean cortados totalmente, sin permitir su regeneración, lo que pone en peligro el recurso y los futuros aprovechamientos del mismo (Hernández-Herrera, 2014).

La propuesta local de huerta de mezquite, en este caso planteada desde el aprovechamiento de la producción de vaina, sus variedades, rendimientos y sanidad entre otros aspectos importantes, es una alternativa posible que se analiza en este trabajo, dirigiéndola hacia el manejo sostenible del recurso y se suma al resto de los aprovechamientos del mismo, bajo la mirada agroecológica.

## **1.1 Objetivo general**

Describir la producción de vaina en el mezquital manejado como huerta de San Pedro, Coahuila.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

- Evaluar los rendimientos y tipos de árboles productores para la propuesta huerta de mezquite.
- Establecer las bases de la biodiversidad que presenta este recurso mediante la caracterización de la vaina.
- Observar el proceso de sanidad desde la dinámica fenológica del fruto.

## **1.2 Hipótesis**

- El aprovechamiento de la vaina en la huerta de mezquite propuesta no es una alternativa productiva.
- El aprovechamiento de la vaina es una realidad sinérgica de la huerta de mezquite y del manejo agroecológico.

## II. LITERATURA REVISADA

### 2.1 El mezquite en México y en la Región Lagunera

#### 2.1.1 Taxonomía del complejo *Prosopis*

Galindo y García *et al.*, (1992), mediante estudios de la morfología de plantas en poblaciones naturales de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) y *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (L. Benson) Johnst), muestran evidencias de hibridación, aunque señalan que ninguna evidencia por si sola constituye una prueba contundente de la misma. Establecen también la ausencia de aislamiento inter-específico en cuanto a barreras geográficas, ecológicas, tecnológicas, agentes de polinización, cromosómicas y por incompatibilidad reproductiva. Y cuestionan ¿cómo es que hasta ahora han podido mantenerse un buen número de individuos puros en ambas especies?. La probable capacidad de autofecundación de *Prosopis* descubierta, permite explicarlo en parte, pero a la par debe considerarse el hecho de que la hibridación sea probablemente un proceso histórico relativamente reciente, favorecido en buena medida por las actividades antropogénicas.

“Es claro que la hibridación interespecífica en *Prosopis*, y básicamente en la Sección *Algarobia* genera confusión en el tratamiento de los límites de los taxones” (Palacios, 2006). De ahí que se ha denominado a este grupo taxonómico como un complejo en el que existen dificultades para establecer límites concretos ente algunas especies y sus variedades por el proceso de hibridación característico del mismo.

Si se acepta el concepto de mantener a las variedades *glandulosa* y *torreyana* bajo *P. glandulosa* porque en el área de contacto geográfico se generan individuos híbridos, se tendrían entonces que transferir algunas otras especies argentinas a variedades. En caso contrario, de acuerdo a lo que aquí se propone como definición de especie en este grupo (unidades morfológico geográficas), se

considera razonable elevar a especies las variedades de *P. glandulosa* (var. *glandulosa* y var. *torreyana*) y mantener a las especies chaqueñas como tales (Palacios, 2006).

En seguida se presenta un resumen de los diferentes tratamientos taxonómicos dados al género, *Prosopis* en el que se hace evidente la complejidad del tema, siendo el trabajo de Palacios (2006), el más actualizado para México.

De acuerdo con Johnston (1962), la base de la delimitación específica está marcada por las considerables discontinuidades morfológicas existentes entre poblaciones (hojas, folíolos, frutos) y las combinaciones de las mismas asociadas a determinadas áreas geográficas. En 1972, Isely realiza una revisión de las especies norteamericanas, aceptando la propuesta de Johnston (1962). Sobre la base de la monografía de Burkart (1976), Folliott & Thames (1983) realizaron una contribución donde trataron de aclarar aspectos sobre la nomenclatura de las especies de América Latina (México, Perú y Chile). Una actualización sobre la distribución del género para Norteamérica fue publicada por Rzedowski (1988).

### **2.1.2 El género *Prosopis* en México**

Palacios (2006), en su estudio sobre la biodiversidad y distribución de los mezquites mexicanos describe e ilustra 11 especies, de las cuales tres son nuevas para la ciencia. Incluye un clave para diferenciarlas e ilustra su distribución geográfica. De acuerdo a dicho estudio, las especies que se encuentran reportadas o cercanas a nuestra zona de estudio, son: 1) *P. odorata* (Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León y Zacatecas); 2) *P. glandulosa* (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas); 8) *P. laevigata* (Nuevo León, Durango, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguas Calientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca y Chiapas); todas ellas del género *Prosopis* (Sect. *Algarobia*).

### 2.1.3 Especies regionales

Con base en Palacios (2006), se describen en seguida las posibles especies localizadas en la Comarca lagunera, específicamente para el área de San Pedro Coahuila, considerando también lo señalado por Rzedowski (1988).

*Prosopis odorata*. Árbol, más frecuentemente arbusto. Hojas 1 (2) yugadas, pecíolo de 1-6 cm longitud; pinnas 5-8 cm longitud; 9-17 yugadas; folíolos oblanceolados de 5- 23 mm longitud x 2-3 mm de ancho, de contorno lineal, agudos, distancia entre folíolos 7-10 mm. Venación broquidódroma, vena primaria ancha, las secundarias poco manifiestas, no siempre es visible la unión de las mismas en los márgenes. Fruto de 7-18 cm longitud x 7-11 mm ancho, recto, submoniliforme, amarillo con manchas violáceas. Semillas de contorno aovado de 6-7 mm longitud x 4,2-5,5 mm ancho x 2,5 mm espesor.

*Prosopis glandulosa*. Árbol de hasta 10 m, de altura más generalmente arbusto con varios tallos, hojas uniyugadas; pinnas con 6-12 pares de folíolos, folíolos mayores de 2,5 cm longitud (promedio 3 cm), x 3-6 mm ancho, ápice agudo, distanciados entre sí por 7-10 mm. Venación broquidódroma, vena primaria centrada, prominente, venas secundarias poco o nada visibles. Fruto lineal, 8-20 cm longitud x 0,7-1,3 cm ancho, glabro, márgenes ondulados, submoniliformes, no marginados, amarillos, con máculas violáceas. Debe señalarse que las hojas son muy similares a las de *P. chilensis* (especie sudamericana) y que en algún momento ambas entidades fueron consideradas como la misma especie. En la actualidad *P. glandulosa* se comporta como invasora, y es una maleza leñosa que genera problemas en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

*Prosopis laevigata*. Árbol, aproximadamente, de hasta 15 m de altura. Ramas jóvenes y follaje glabros. Hojas 1-2 yugadas, pinnas 20-40 yugadas; folíolos de 6-10 (12) mm longitud x 1,5-3 mm ancho; venación broquidódroma, vena media centrada, muy ancha, recorrido recto, venas secundarias muy manifiestas,

formando ángulos de 45° a 90° con la vena media, uniéndose con la secundaria suprayacente, áreas intercostales cuadrangulares. Inflorescencia de unos 10 cm de longitud. Legumbre de 12-17 cm longitud x 1-1,4 cm de ancho, amarilla y con manchas estriadas longitudinales violáceas; semillas de contorno aovado a elíptico de 5,5-6,5 mm longitud x 3,5-4,6 mm latitud x 2,0-2,8 mm espesor.

## **2.1.4 Ecología regional del mezquite**

### **2.1.4.1 El mezquite en el desierto Chihuahuense**

Un esbozo general del paisaje árido del desierto Chihuahuense es un paisaje uniforme y monótono de *Larrea tridentata*, a veces codominado por *Flourensia cernua* y *Acacia neovernicosa*, con presencia de árboles bajos de *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (mezquite) y de la especie sin hojas, de tallo verde, *Koeberlinia spinosa*. A lo largo de los pequeños arroyuelos, Shreve (1942) observó un ligero incremento en la densidad de especies de *A. berlandieri* y *P. glandulosa* sin ningún incremento significativo en su altura. Aunque en los escurrimientos temporales que forman arroyos más grandes, se presentan también especies más grandes de *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Berberis trifoliata*, *Celtis pallida*, *Chilopsis linearis*, *Porlieria angustifolia* y *Rhus choriophylla*. Así, las formas de vida características del desierto Chihuahuense son las arbustivas y subarbustivas; las formas arbóreas generalmente son escasas y están confinadas a la cercanía de fuentes de agua o pendientes rocosas, siendo las familias Fabaceae y Asteraceae las más ricas en especies (Granados, 2011).

En el centro-norte de México, el mezquite era una de las plantas con mayor presencia en el pasado; sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y económica, en la actualidad sus poblaciones han disminuido en muchos lugares, siendo destruidas por las actividades humanas (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2013).

En épocas pasadas, los bosques de mezquite o mezquiteras ocupaban grandes extensiones en México, la Secretaría Forestal y de la Fauna (SFF) informó en 1980 la existencia de aproximadamente 130 millones de hectáreas de matorral desértico micrófilo en las cuales las leguminosas forestales se desarrollan formando importantes asociaciones. Sin embargo, debido al aprovechamiento desmedido del huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd) y el mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), para la producción de carbón principalmente, se pierden hasta 600 ha/año (Foroughbakhch Pournavab 1989; en Villarreal 2013), además, el cambio de uso del suelo para establecimiento de cultivos agrícolas, extracción de leña, y fabricación de muebles, ha contribuido marcadamente al deterioro de estas comunidades, de tal forma, que en la actualidad solo se observan relictos de ellas. (Villanueva *et al.*, 2004).

Este recurso es importante por el papel que desempeña dentro del ecosistema de las zonas áridas, ya que es un excelente controlador de la erosión, fija el nitrógeno de la atmósfera al suelo mejorando su fertilidad, y proporciona alimento y refugio a la fauna silvestre (Reséndez *et al.*, 2011; Carrillo, 2006). Por lo tanto, es un recurso que puede ser utilizado para la recuperación de tierras agrícolas con problemas de salinidad en suelo y agua, además se considera útil para estabilizar y mejorar el suelo al incrementar el contenido de materia orgánica, mejora la capacidad de almacenamiento de agua y la tasa de infiltración y posee una de las capacidades fotosintéticas más altas, esto por su buen aprovechamiento de agua y de nitrógeno (Reséndez *et al.*, 2011).

### **2.1.5 Productividad**

En el estado de Coahuila los mezquiales puros registran una superficie de 73,868 ha de las 3,803,149 ha ocupadas por el matorral desértico micrófilo, este recurso representa un alto valor ambiental y comercial para las poblaciones rurales del estado de Coahuila, aunque en las áreas donde se realiza el aprovechamiento de la madera de mezquite en forma de carbón, no se cuenta en la actualidad con

alternativas de aprovechamiento que permitan la conservación del recurso; esto se observa por la escasa disponibilidad de individuos comerciales en el municipio de San Pedro de las Colonias (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2011).

Así por ejemplo Gómez *et al.*, (1970) en su clásico libro sobre mezquites y huizaches, indica que en un periodo de 10 años (1956-1965) y a nivel nacional se produjeron 78, 000 t de carbón, 104, 000 m<sup>3</sup> de leña y 115, 000 m<sup>3</sup> de brazuelo, postes y trozos para aserrar, entre otros productos. Coahuila contribuyo con aproximadamente cinco por ciento de dicha producción (Villanueva *et al.*, 2004).

Se estima que en la región lagunera se producen anualmente alrededor de 5, 400 t de carbón lo que implica utilizar aproximadamente 21, 600 t de leña en verde (Villanueva *et al.*, 2004).

En el municipio de San Pedro, los terrenos son planos, los suelos son profundos y pobres en materia orgánica, poco compactados y la fisonomía de la vegetación es abierta y raquítica, dadas las condiciones del medio biofísico del lugar; es dominante la vegetación de mezquite con muy pocos individuos arbustivos de otras especies, se usa para el pastoreo de ganado, principalmente caprino. Por las condiciones del área el mezquite tiende a presentarse en forma arbustiva, ramificado desde la base, y se encuentran muy pocos individuos que presentan un tronco principal, a los que se suma el estar sometida a aprovechamiento para la elaboración de carbón (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2011).

En términos generales, la experiencia de carboneros, muchos de ellos con más de 30 años en esta actividad, indican que para producir de 1.0 a 1.3 t de carbón se requieren 5 t de leña, Esta práctica, implica la remoción casi total de la biomasa viva incluyendo las raíces (aunque generalmente se deja un tocón de 15-20 cm al ras de suelo, que posteriormente es extraído), lo que ha evitado su regeneración en muchos sitios, empobreciendo el desarrollo de la cubierta y favoreciendo los

problemas colaterales que se derivan como son la erosión hídrica y eólica, el asolvamiento de estanques, e impactos en el hábitat de la fauna silvestre (Villanueva *et al.*, 2004).

### **2.1.6 Servicios Ambientales**

Se consideran servicios ambientales el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. La falta de un mercado provoca que no exista un precio que refleje cuánto cuesta producirlos, razón por la cual la sociedad actúa como si no costara nada destruirlos o como si existieran en cantidades ilimitadas. Por otro lado, el desconocimiento de las relaciones de producción entre cantidad de servicios producidos y características de las áreas naturales limita el número de alternativas de manejo que aseguren la sustentabilidad de estas áreas (Torres y Guevara, 2002).

En México, a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), se promueve un programa para el pago de éstos servicios, a los propietarios, generalmente comunidades rurales y/o indígenas marginadas, previa evaluación de los territorios y estableciendo cuotas fijas por hectárea por periodos de tiempo establecidos (CONAFOR, 2006).

Los ecosistemas forestales pueden absorber cantidades significativas de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal gas de efecto invernadero (GEI). El dióxido de carbono presente en la atmósfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de fotosíntesis. Por este medio, las plantas convierten la energía de la luz solar en energía química aprovechable para los organismos vivos. Así, los bosques almacenan grandes cantidades de carbono (C) en la vegetación y el suelo, e intercambian C con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración (Becerril, 2006).

La biomasa es importante para cuantificar la cantidad de nutrientes en diferentes partes de las plantas y estratos de vegetación, permite comparar distintos tipos de especies similares en diferentes sitios. La biomasa aérea arbórea representa en promedio el 70 % del carbono acumulado en el ecosistema forestal. El segundo componente más importante son las raíces que representan entre el 17 y 20 % de carbono acumulado (Roblero, 2012).

#### **2.1.6.1 Otros ejemplos de Servicios Ambientales del mezquital**

Fija el nitrógeno atmosférico, mejora la fertilidad del suelo, favorece el crecimiento de matorrales, actúa como planta nodriza de numerosas especies vegetales y animales, proporciona alimento y refugio a la fauna silvestre, actúa como indicador de profundidad del manto freático y controla la erosión (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2011).

Mejora la capacidad de almacenamiento de agua y la tasa de infiltración así como la cantidad de nitrógeno en el suelo, posee una de las capacidades fotosintéticas más altas, debido a su buen aprovechamiento del agua y del nitrógeno, ya que al ser una leguminosa está asociada con bacterias fijadoras de nitrógeno, por lo que su productividad se ve aumentada significativamente. Las bacterias del género *Rhizobium* se asocian al mezquite y otras leguminosas formando nódulos que fijan el nitrógeno atmosférico y se estima que una hectárea de mezquite adiciona al suelo el equivalente a 300 kg de nitrógeno en forma de amonio en un año (Ruíz, 2011).

Con respecto a biodiversidad asociada Niparaja (2001), identifica que los mezquiales son hábitat de especies animales como el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), ambos en peligro de extinción, la ardilla antílope (*Ammospermophilus leucurus*), colibrí de xantus (*Hychlocaris xanthusii*) y la mascarita norteña (*Geothlypis beldingii*).

La cosecha de la vaina del mezquite es bastante predecible; anualmente provee una fuente abundante y nutritiva de alimento para numerosas especies de la vida silvestre. Sus semillas conforman una parte importante de la dieta de algunos animales como los ratones, ratas canguro, ratas de madera (*Neotoma*), tejones, bovinos, caprinos (Ruiz, 2011).

**Cuadro 1. Usos y beneficios del mezquite**

<b>PARTE APROVECHABLE</b>	<b>ALIMENTACION</b>	<b>MEDICINA</b>	<b>FORRAJERO</b>	<b>FORESTAL</b>
Corteza		Antidesentérico y gastritis.		Curtiduría
Flor	Miel generada por las abejas		Consumo de vaina y harinas	Reproducción
Vaina	Fruta fresca, fruta en almíbar, pinole, queso, piloncillo, atole y vino.		Pueden ser aprovechadas como forraje para el ganado, ya que tienen un alto valor nutritivo	Propagación natural Y producción de semilla
Goma	Goma (golosina), emulsificante y agente micro-encapsulador en la industria alimenticia	Laringitis		Pólvora, tintes, para teñir lana
Hojas		Antiséptico	Ramoneo de follaje. Alimento para todo tipo de ganado	Fertilizante orgánico.
Ramas y troncos		Desinflamatorio		Herramientas rurales, construcción de viviendas, leña y carbón, muebles, cercas, artesanías y refugio de vida silvestre
Con base en Villanueva <i>et al.</i> , (2004); Maldonado (2013); Osuna y meza (2003); Valenzuela-Núñez <i>et al.</i> , (2011) y Ríos-Saucedo <i>et al.</i> , (2012).				

## 2.2 Vaina, usos del fruto del mezquite

Los mezquites dan un fruto también llamado vaina o legumbre, la cual es indehiscente, correosa, frecuentemente algo dura, de varios centímetros de largo, con septo articulado en el endocarpio, mesocarpio pulposo y epicarpio coriáceo,

varias semillas separadas una de otra por una red fibrosa y fijadas en el parénquima carnosos. Se presentan en ocasiones en pequeños tallos formando racimos generalmente de tres, pero pueden presentar hasta doce vainas. De 6 a 18 cm de largo pero pueden haber de 3 hasta 30 cm de longitud, planas o enroscadas en forma de espiral y de color variable (Granados, 1996; en Ruiz, 2011).

Debido a su elevado contenido de proteína, el fruto del mezquite es una alternativa interesante en la suplementación animal en las zonas semidesérticas, (Ríos-Saucedo *et al.*, 2012; Méndez *et al.*, 2007; Ruíz, 2011; Maldonado, 2013).

### **2.2.1 Uso de la vaina como forraje**

Ruiz (2011) en su trabajo sobre el uso potencial de la vaina de mezquite para alimentación de animales domésticos del Altiplano Potosino concluye que la vaina representa una opción para ofrecer como alimento al ganado; destacando su alto contenido de carbohidratos y proteínas. Observó que el 96.5 % de los productores utiliza la vaina de mezquite ya sea como forraje, alimento o para su venta, sobresaliendo su uso dentro de la alimentación animal durante la época de estiaje, durante los recorridos de campo también confirmó la presencia de las especies *P. glandulosa* var. *torreyana* y *P. laevigata*, siendo ésta última la más abundante y utilizada por los productores pecuarios. En lo que respecta a la venta sólo el 4% de los productores lo hace; de éstos el 2% vende la vaina entera y 2% la vende molida; el precio es de 2 a 3 pesos entera y de 4 a 4.50 pesos molida.

Méndez *et al.*, (2007), recalca que en el Noroeste de México, se ha dado gran importancia al aprovechamiento de vaina de *Prosopis* spp., especialmente para la elaboración de harinas; creando la necesidad de conocer y estimar su producción, ellos investigan la generación de modelos para estimar la producción de frutos en *Prosopis glandulosa* var. *Torreyana.*, encontrando que son el diámetro a la base y

altura de fuste limpio, las variables que más explican la producción de vaina en esta especie.

### **2.2.2 Harina para uso humano**

En Noroeste de México, se ha incrementado el interés por el aprovechamiento de vaina de mezquite. En la región de Mexicali, los poseedores de áreas de mezquite, se han enfocado a la producción de harina para elaboración de pan y galletas, para consumo propio y comercialización (Méndez *et al.*, 2007).

Ya se comentó, que el fruto del mezquite es del agrado de todos los rumiantes domésticos y utilizado para consumo humano, pues tiene propiedades alimenticias, una vez seca la vaina, se obtiene un polvo farináceo que bien puede comerse directamente (pinole de mezquite) o emplearse para elaborar dulces compactos (piloncillo) que se comercia en regiones de San Luis Potosí y Sinaloa (Maldonado, 2013).

### **2.2.3 Producción de semillas**

El aprovechamiento del mezquite ha tenido un impacto no cuantificado, que hace necesaria la rehabilitación y mejoramiento de algunas áreas mediante el establecimiento de plantaciones, con esto surge la necesidad de contar con semilla suficiente y de buena calidad de las especies adaptadas a las condiciones ambientales específicas de cada región, Las semillas de las especies forestales como el mezquite, son consideradas como la fuente más importante de germoplasma y es el material que más se utiliza para la producción masiva de plantas; de ahí la importancia de contar con semilla de buena calidad genética, física y sanitaria para incrementar las posibilidades de producir árboles de mejor calidad y con ello un mayor éxito de acuerdo a los propósitos de la reforestación (Meza, 2009).

La producción de vaina y semilla de mezquite son dos eventos fenológicos que van de la mano, este último culmina con la con la formación de nueva plantas cuyo proceso biológico puede ser facilitado por rumiantes silvestres y ganado. Este fenómeno muy conocido para la gente que interacciona con actividades de campo, el darse cuenta que las excretas de bovino constituyen verdaderos “viveros” de plantas sobre todo de mezquite, hecho debido a la digestión del fruto y escarificación natural de las semillas que facilitan la emergencia y propagación de la especie. Desde esta perspectiva y de los efectos que pudiera tener la edad de los bovinos que consumen las vainas del mezquite sobre la germinación de plantas (Guzmán, 2009).

El período de floración inicia con el desarrollo de botones florales a finales del mes de febrero y marzo, alcanzando la máxima floración en abril. La fructificación comienza en los meses de marzo y abril, con la formación de frutos embrionarios, los cuales empiezan a madurar en el mes de mayo, para posteriormente madurar en el mes de junio. La dispersión de las semillas en los frutos se lleva a cabo también a partir del mes de junio, cerrando el ciclo con la pérdida gradual de las hojas conforme bajan las temperaturas (Guzmán, 2009).

Por otra parte, el aprovechamiento actual de la vaina para fines agroindustriales presenta problemas de daños por gorgojos, ya que estos se alimentan de los frutos y semillas de las leguminosas, en general; pertenecen a la Familia Bruchidae del Orden Coleóptera. Según Metcalf y Flint (1988), se caracterizan por hacer perforaciones a los granos y comienzan su ataque en campo alimentándose del polen, los pétalos y las hojas. Bajo condiciones de incubación, se detectaron daños en vainas sin daño aparente, hecho que hay que considerar para el caso de almacenamiento de éstas. Así también, el aprovechamiento óptimo de las vainas de mezquite (maduras y secas), para alimentación humana, requiere de un control adecuado del brúquido (Solorio *et al.*, 2004).

#### **2.2.4 Sanidad de las vainas**

En observaciones realizadas en las inflorescencias de mezquite, se reporta la presencia de siete familias de Hymenopteros, entre ellos las abejas y dos familias de dípteros, varias moscas entre ellas una especie de *Sarcophagia* (Galindo *et al.*, 1992).

Los gorgojos o brúquidos son coleópteros que se alimentan de los granos, tanto en campo como en almacenamiento, por ello, en la Comarca Lagunera se evaluaron los daños por ataque de estos insectos a las vainas de mezquite, monitoreando su presencia y estimando daños promedio de hasta 48.48% en la localidad San Isidro, Durango (Solorio *et al.*, 2004).

De acuerdo a éste último autor, el daño por los coleópteros inicia desde el campo, en las vainas tiernas ya que consumen varias partes de la planta en floración, polen y pétalos, entre otras.

#### **2.3 Agroecosistema de Mezquite**

Las insatisfacciones registradas en el mundo de los productores y consumidores agrarios, sumadas al hecho de que ahora no se trata de valorar el comportamiento de un monocultivo, sino de sistemas heterogéneos, aumenta la complejidad que deben afrontar las ciencias agrarias y por ende las preguntas formuladas por los agroecólogos en el campo de ésta ciencia emergente. Admitir que muchas prácticas agronómicas surgidas de la experiencia de los agricultores pueden ser superiores en eficiencia económica y ecológica a las propuestas por los científicos agrarios, genera una crisis de identidad al interior de la agronomía clásica (León, 2012).

La iniciativa del manejo del mezquital para la producción de miel en las zonas áridas supone una experiencia de los productores que cuestionan las prácticas

agrícolas regionales, por el proceso marginal en que los ha colocado el modelo productivo local, al dejarlos sin agua por varios ciclos agrícolas. Lo que ha producido el enmonte de terrenos y ahora es posible su manejo forestal para varios fines económicos y ambientales (Rosales, 2014).

La agricultura es una actividad compleja que involucra no solamente la producción de alimentos y fibras a partir de factores tecnológicos, dotaciones de recursos naturales e impulsos de capital, sino también una serie de procesos vinculados con los efectos que ella produce en las sociedades y en los ecosistemas. La agricultura es el resultado de la coevolución de ecosistemas artificializados y culturas humanas. La ciencia agroecológica se inserta justamente en este campo del análisis ambiental de los agroecosistemas, asumiendo la complejidad que ello implica y generando nuevas aproximaciones teórico-prácticas, que han venido configurando lo que se ha dado en llamar el pensamiento agroecológico (León, 2012).

La agroecología, una nueva área del conocimiento, cuyo término fue utilizado por vez primera en 1928, por el agrónomo ruso B.M. Bentsin, permaneciendo en estado latente hasta 1980, en que ha tenido un crecimiento espectacular, tanto en número de publicaciones, como de practicantes (Wezel y Soldat, 2009). Conforman un novedoso fenómeno, donde los cambios de paradigmas científicos y tecnológicos actúan y se construyen en constante reciprocidad con los movimientos sociales y los procesos políticos, dando lugar a una triple transformación de enorme importancia para la construcción de una sociedad sustentable (Toledo, 2012).

El Agroecosistema es el concepto central de la agroecología, su objeto de estudio y su razón de ser. En principio y en términos restrictivos, se referiría únicamente a aquellos sistemas ecológicos que han sido transformados por la agricultura o expuestos de otra manera, a aquellos sistemas agrarios que se estudian bajo la lente de la ecología. (León, 2012). En este sentido, un agroecosistema puede

entenderse como “...el conjunto de relaciones e interacciones que suceden entre suelos, climas, plantas cultivadas, organismos de distintos niveles tróficos, plantas adventicias y grupos humanos en determinados espacios geográficos, cuando son enfocadas desde el punto de vista de sus flujos energéticos y de información, de sus ciclos materiales y de sus relaciones simbólicas, sociales, económicas y políticas, que se expresan en distintas formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos...” (León, 2010).

Se reconocen diferentes tipos de agrosistemas diversificados manejados por el hombre, en función de la cantidad, distribución y tipo de especies que se manejan (Budowski, 1983; Fassbender, 1987). De acuerdo con la asociación entre componentes se distinguen: a). Sistemas agrosilvícolas; árboles con cultivos agrícolas; b). Sistemas agrosilvopastoriles; árboles con cultivos agrícolas y pastos y c) Sistemas silvopastoriles; árboles con pastos. Y tomando en consideración el uso que se le dé a los elementos arbóreos, el agrupamiento puede hacerse así: a) sistemas de producción de madera para construcción, leña, forraje o fruticultura y b) sistemas de protección y servicios, p.ej. mejoramiento del suelo, sombra para cultivos y/o animales, cercas vivas, o cortinas rompevientos (Ramos *et al.*, 1996).

Por lo tanto, existen diversos tipos de agroecosistemas, cuya clasificación sistemática, aún no se ha intentado, basta recalcar que la agroecología estudia todos los tipos de agroecosistema posibles, lo que quiere decir que es tan legítimo para un agroecólogo estudiar las complejas relaciones de una milpa indígena como las que presenta un invernadero de flores altamente tecnificado. En todos es común la existencia de las complejidades ecosistémicas y culturales que delimitan al agroecosistema y todos son objeto de estudio de la agroecología, unos para rescatar sus cualidades emergentes y expandir sus beneficios y otros para extraer de ellos conocimientos y experiencias que hayan resultado positivos para ellos y para las comunidades de seres humanos que giran en torno a ellos (León, 2012).

### **2.3.1 Agroecosistema forestal del mezquite**

México es uno de los países que cuenta con una amplia diversidad de recursos naturales de todo tipo, entre ellos recursos forestales que comprenden especies representativas de tres de las principales zonas climáticas, zonas templadas, zonas tropicales y zonas áridas. Los recursos forestales albergan una gran riqueza de especies vegetales y animales, muchas de las cuales son exclusivas de nuestro país, con un gran número de ellas amenazadas o en peligro de extinción. La explicación de la gran diversidad de la cubierta vegetal de nuestro país tiene como base tres factores. a) La ubicación geográfica en la zona intertropical y templada, b) La configuración orográfica y el relieve accidentado, y c) La diversidad climática. A esto se agrega un cuarto elemento, que consiste en la influencia humana (Flores, 2001).

La explotación irracional y desmedida de que ha sido objeto el mezquite, ha conducido a la degradación acelerada de sus comunidades naturales, lo que se ha reflejado, no sólo en la pérdida del recurso en sí, sino que se ha agravado con el mayor deterioro de los suelos; afectación de las aguas subterráneas de las cuencas hidrológicas respectivas; estos fenómenos han conducido a la alteración del equilibrio ecológico de los frágiles ecosistemas de las zonas de mezquites, lo cual a su vez ha afectado de gran manera a las comunidades rurales de esos sitios, sean ejidatarios, pequeños propietarios, o miembros de propiedades comunales. En consecuencia, resulta imprescindible iniciar la aplicación de otras técnicas que permitan su aprovechamiento racional y sostenible (Cervantes, 2005).

Mejorar el aprovechamiento del mezquite implica el uso de sistemas que estén bien diseñados, encaminados al manejo integral de los componentes que permita un manejo sustentable. Planear un manejo para dicho recurso natural, significa poder administrarlo de una forma que se pueda garantizar el nivel de aprovechamiento y permanencia del mismo, considerando todos los componentes

biológicos y no biológicos del ecosistema (Villanueva *et al.*, 2004). Es necesario, por lo tanto, definir indicadores que permitan identificar el potencial de obtención de productos directos e indirectos derivados del aprovechamiento del mezquite, que oriente la formulación del plan de manejo, y que determine el rango de usufructo de dichos productos (Flores *et al.*, 2007).

El término de Agroforestería es un sistema de manejo de tierras que, combinan cultivos agrícolas, árboles maderables, otras plantas forestales y/o animales, aplicando prácticas de manejo compatibles con la cultura de las poblaciones locales e introducen los conceptos de incremento a la producción total y de la combinación simultánea o escalonada de los elementos del sistema. Estos sistemas usan diferentes arreglos espaciales y temporales (Velázquez, 2013).

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM), también llamados Beneficios Forestales No Madereros, son todos los productos y servicios vegetales y animales, excluida la madera rolliza industrial y la madera para energía, derivados de los bosques y otras tierras forestadas y de árboles fuera del bosque. Es decir; los PFNM constituyen una colección de recursos biológicos que incluye una gran variedad de beneficios, como por ejemplo: frutas, nueces, semillas, aceites, especias, resinas, gomas, plantas medicinales y muchos otros, específicos de las áreas donde son recolectados (Tapia-Tapia *et al.*, 2008).

### **2.3.2 Sistema diversificado de mezquite**

Se han propuesto diferentes modelos silvopastoriles que permiten hacer uso sustentable de los diferentes ecosistemas presentes en México. Uno de los modelos puede incluir el mezquite, pastizal y chamizo, la cual es otra de las especies arbustivas que proporcionan alimentación al ganado doméstico, En regiones con disponibilidad hídrica limitada, es importante realizar obras que permitan la captación de agua de lluvia y reducción de la erosión del suelo. Los

bordos en curvas a nivel es uno de los métodos más comunes para la retención de agua y suelo en regiones semidesérticas (Ríos-Saucedo *et al.*, 2012).

### **2.3.3 Propuesta huerta de mezquite**

De esta forma, las zonas áridas de México y del mundo, requieren de la reflexión humana continua para seguir intentando detener su avance, lo cual se ha agravado por el uso irracional de sus recursos, principalmente físicos, suelos y agua, ya que sus propiedades y bastas existencias territoriales en el país, han propiciado un sinergismo hacia la ampliación de la frontera árida con la intervención humana, principalmente agrícola y pecuaria, así como por el emplazamiento de grandes centros de población en dichos territorios (Blanco, 2014).

Esto es lo que están haciendo los campesinos, reflexionar sobre su actividad en el territorio y proponer una nueva estrategia para abordar los exiguos recursos con los que cuenta su predio. Un mezquital secundario debido al abandono de la agricultura por falta de agua, mezquiales que en su comunidad son utilizados para hacer carbón y nada más, terminado con la cubierta verde y ampliando la frontera árida. Se propone entonces generar Huertas de mezquite, para aprovechar esta especie nativa con el uso racional de su madera, sus flores, sus frutos, sus raíces y su sombra, como propuestas formales para la producción de carbón, miel, alimento para ganado y servicios ambientales (Blanco 2014).

De ahí surge la necesidad de valorar la producción de vaina, su diversidad, características y propiedades para establecer su rentabilidad, a través de la propuesta agroecológica de la UAAAN.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en la Comarca Lagunera, en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila. Se encuentra ubicada entre los paralelos 25° 37' y 26° 39' de latitud norte y los meridianos 103° 15' y 101° 53' de longitud oeste con una altitud entre 800 y 2 300 msnm. Colinda al norte con el municipio de Cuatro Ciénegas; al este con los municipios de Cuatro Ciénegas y Parras; al sur con los municipios de Parras, Viesca y Matamoros; al oeste con el municipio de Francisco I. Madero (INEGI, 2009).

El área de estudio, tiene como climas predominantes muy seco semicálido (91%), Seco semicálido (5%), Seco templado (3%) y semiseco templado (1%) presenta una temperatura media anual que oscila entre los 14 - 22°C, una precipitación pluvial media anual de 100 - 500 mm y una vegetación predominante Matorral (85.8%), pastizal (4%) y bosque (0.1%). La población del área de estudio para el año 2009 era de 44 715 habitantes, cuenta con 346 localidades lo cual ocupa el 4.7% de la superficie del estado (INEGI, 2009).

#### **3.2 Trabajo de campo**

La recolección de la vaina se realizó en el mes de junio del 2014, evaluando la producción total, recogiendo las vainas caídas y las existentes en los árboles. A partir de 8 árboles seleccionados como reproductores, en la Pequeña Propiedad "Los Whiles" en el Mpio. De San Pedro, Coahuila., se recolectaron un máximo de 20 kg y un mínimo de 2 kg de vainas por cada árbol, para su análisis en el laboratorio, con base en (Ruiz, 2011).

### 3.3 Producción de vainas (Rendimiento)

Se consideró el peso de vainas obtenido directamente en campo, utilizando una balanza romana, que se fijó en uno de los árboles. Aquí se tomaron las vainas del piso (maduras) y las que aún se encontraban en el árbol (tiernas) para evaluar la productividad total de cada árbol, evitando la pérdida por consumo del ganado. También se midió el diámetro basal de cada árbol con la ayuda de una cinta métrica (Méndez *et al.*, 2007).

Se utilizó la siguiente fórmula para obtener el área secuencial del tallo (cm<sup>2</sup>):

$$A = \frac{\pi (d)^2}{4}$$

Y para obtener el rendimiento por cm<sup>2</sup> (g/cm<sup>2</sup>) se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Rendimiento total del árbol (g)}}{\text{Área secuencial del tallo}}$$

Dónde:

A: área

d: diámetro basal

### 3.4 Trabajo de Laboratorio

#### 3.4.1 Humedad y peso seco

Para la determinación de humedad y materia seca (MS), cuando fue posible se pesaron 2 kg de cada muestra y se depositaron en bolsas de papel canela abiertos, secándose a la sombra bajo las condiciones ambientales del Laboratorio de recursos Naturales de la UAAAN, durante una semana, para el cálculo de humedad y materia seca total en porcentaje por lo que se usaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Humedad \%: } \frac{\text{Pérdida de peso en (g)}}{\text{Peso de muestra (g)}} \times 100$$

Materia seca %: 100-% de humedad (Ruíz, 2011).

### 3.4.2 Separación de vainas maduras y tiernas.

Las vainas para reproducción, fueron colectadas manualmente desde el árbol considerando vaina madura la que se desprende suave y totalmente y tierna la que se desprendió aún con el raquis o pedicelos florales de acuerdo con Vega *et al.*, (2011), quien señala que para *Prosopis flexulosa*, la madurez del fruto se establece al desprenderse, en tanto que las vainas de *P. alpataco*, que son marcescentes, permanecen en el árbol hasta por tres años.

Para obtener el porcentaje de vainas maduras y tiernas se utilizó la siguiente formula:

$$\% = \frac{\text{vainas maduras}}{\text{Total de vainas maduras}} \times 100$$

$$\% = \frac{\text{vainas tiernas}}{\text{Total de vainas tiernas}} \times 100$$

### 3.4.3 Caracterización morfológica de la vaina

Se procedió a realizar una caracterización fenotípica de las vainas, con base en (Méndez *et al.*, 2007; Reveles *et al.*, 2010 y Ruiz, 2011). Considerando para ello las siguientes características por vaina, peso seco, peso fresco, % de humedad, largo, ancho, grosor y color entre otros (Ruiz, 2011). Por lo tanto se realizó la medición de vainas maduras y tiernas con ayuda de una cinta métrica y un vernier, las vainas se obtuvieron de las muestras colectadas de los 8 árboles con 10 vainas por muestra con un total de 80 vainas y se procedió a sacar el promedio de

las 10 vainas para cada variable largo, grosor y ancho registrando también la coloración y curvatura de las vainas.

#### **3.4.4 Sanidad de vainas**

De acuerdo con Solorio, (2004), la sanidad de la vaina es importante por su utilización como alimento, por lo cual se contabilizaron las vainas sanas tanto en frutos tiernos como maduros, estableciendo también una condición de daño mínimo con una perforación y daño mayor con más de un daño para ambas muestras. Se sacaron los porcentajes de vainas maduras y tiernas basándose en lo siguiente: Vainas Sanas (VS), Vainas Con una Lesión (VCL), Vainas con más de Una Lesión (MUL).

### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En consideración a los objetivos planteados y a la posibilidad de la Huerta de Mezquite como alternativa productiva sostenible, se presentan en seguida los resultados y la discusión con respecto a la evaluación productiva de vainas, su variación y sanidad, como aspectos relevantes para sentar las bases de su manejo agroecológico.

#### **4.1 Rendimiento de vainas**

El rendimiento de vainas se realizó de la siguiente manera: de cada árbol; las vainas recolectadas se convirtieron a gramos (g) y con el diámetro basal se obtuvo el rendimiento por  $\text{cm}^2$  ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) Méndez *et al.*, (2007), obtiene el rendimiento total de acuerdo al diámetro basal pero en kg. Cabe señalar que se consideró el peso en fresco de las vainas, para evitar su daño por depredadores al dejarlas caer libremente, colectándose todas las muestras en tres días.

**Cuadro 2. Rendimiento de vainas por árbol en peso fresco**

No. Árbol	Rend/Árbol (g)	Diam. Basal (cm)	Área secuencial del tallo (cm <sup>2</sup> )	Rend. cm <sup>2</sup> (g/cm <sup>2</sup> )
1	20000	32	804.24	24.86
2	18000	37	1075.21	16.74
3	5500	30	706.86	7.78
4	6000	30	706.86	8.48
5	7000	38	1134.11	6.17
6	1000	22	380.13	2.63
7	1500	30	706.86	2.12
8	4500	24	452.39	9.94

En el cuadro 2. Se muestra el rendimiento de vainas por árbol, teniendo como mayores productores de frutos los árboles número 1 con 24.86 g/cm<sup>2</sup> y 2 con 16.74 g/cm<sup>2</sup> y como menores productores los árboles número 7 con 2.12 g/cm<sup>2</sup> y 6 con 2.63 g/cm<sup>2</sup>, esto de acuerdo al diámetro basal de cada árbol. Concordando con Méndez *et al.*, (2007) que en su trabajo de Modelos para estimar Producción de vainas de *Prosopis glandulosa* var. Torr., reporta que el árbol de dimensiones cercanas a los 55 cm de diámetro basal, produce 21 kg vaina por año-1. Coincidiendo con el árbol 1 con 32 cm de diámetro basal produciendo 20 kg. Señalando el mismo autor que la producción de vaina se incrementa significativamente a edades tempranas y tiende a hacerse constante con la madurez del árbol.

#### **4.2 Porcentaje de humedad**

Con respecto al secado de las vainas, es importante para las determinaciones de biomasa así como el establecimiento de rendimientos netos, por lo que se presenta en seguida el comportamiento de esta característica en los diferentes árboles evaluados.

### Cuadro 3. Porcentaje de humedad en vainas

No. Árbol	1	2	3	4	5	6	7	8
% Humedad	19.1	24.35	5.8	11.8	30.12	35.28	20.3	12.48

En el cuadro 3. Se observa que el mayor porcentaje de humedad lo presenta el árbol 6 con 35 % y el menor ocurre en el árbol 3 con 6 %, presentando en promedio general un 20% de humedad. Cabe considerar que en esta evaluación se están tomando vainas maduras y tiernas, por lo que este porcentaje debe ser menor en vainas ya caídas del árbol (solo maduras). Como lo reporta Ruiz, (2011) para sus tres tipos de muestras de vainas, con un promedio de 9.44 % de humedad.

### 4.3 Madurez de las vainas

La madurez de vainas se obtuvo para ver en qué periodo se tiene la mayor producción ya que serviría como alimento para ganado que de acuerdo a Ruiz (2011). La colecta recolección o cosecha se realizó del 17 al 19 de junio.

### Cuadro 4. Porcentaje de vainas maduras y tiernas

No. Árbol	Maduras	Tiernas	Total	% Maduras	% Tiernas
1	1084.3	533.6	1617.9	67.02	32.98
2	747.4	765.6	1513	49.40	50.60
3	1566.9	317	1883.9	83.17	16.83
4	947.6	375.3	1322.9	71.63	28.37
5	680.6	367.6	1048.2	64.93	35.07
6	244.9	402.3	647.2	37.84	62.16
7	541	256	797	67.88	32.12
8	393.2	219.4	612.6	64.19	35.81
Total	6205.9	3236.8	9442.7	65.72	34.27

En el cuadro 4. Muestra el porcentaje de vainas maduras y tiernas, teniendo como condición de madurez, el desprendimiento total del fruto con respecto a las estructuras florales (peciolo y raquis floral). El mayor porcentaje de vainas maduras fue de un 83.17% en el árbol tres y el de tiernas en el árbol seis con 62.16%. Catalogando al primero como temprano y al segundo como tardío. El árbol dos se puede catalogar como intermedio ya que presento un 49.40 y 50.60% de vainas maduras y tiernas respectivamente.

#### **4.4 Caracterización morfológica**

Las características morfológicas de la vaina además de ser útiles para su clasificación, presentan una diversidad que debe ser analizada, ya que existen diferencias además del tamaño, grosor y anchura, en la coloración y curvatura, lo que representa un mayor o menor atractivo para los depredadores o herbívoros Ruiz (2011).

##### **4.4.1 Coloración y nivel de curvatura.**

Si bien existen escalas de coloración para establecer las tonalidades de estructuras de plantas, como el Manual de Munsell, en este caso no se utilizó, pero si se presenta una diferenciación muy marcada en colores y formas, como se muestra en seguida.

**Cuadro 5. Color de vainas y grados de curvatura**

No. Árbol	Color de Vaina	° Curvatura
3	Blanco amarillento	70.2 c
6	Marrón amarillento	95.5 MC
4	Rojiza-amarillo	71 c
2	Rojo cenizo	46.5 c
8	Rojizo café	20 LC
5	Rojiza Jaspeada	45 LC
1	Roja brillante	52.5 c
7	Negra	34.5 LC

Curvada (C), Ligeramente Curvada (LC), Muy Curvada (MC)

En el cuadro 5. Se presentan los resultados del color de vaina de cada árbol muestreado, como se observa, la coloración rojiza es dominante, aunque se acompaña de otras tonalidades, también ocurren los tonos amarillos y el más contrastante es el negro. Esto para los ocho árboles seleccionados. En cuanto a la curvatura se tienen diferencias de 20° a 95° en promedio, tomando una escala arbitraria sobre un plano circular y considerando como recta en 0° la caída de la vaina en línea vertical. Se definieron graduaciones como sigue: ligeramente curvada (LC) de 10°-45°; curvada (C), de 45°-90° y muy curvada (MC); de 90°-180°. En general las vainas amarillas tienden a curvarse más que rojas y negra.

Ruiz (2011) en su trabajo en el Altiplano Potosíno encontró que la vaina de coloración morada de *Prosopis laevigata* es la más demandada debido a que es más apetecible por el ganado. Los colores observados en las vainas en todos los casos fueron, el paja o amarillento y en algunos casos presentaron combinaciones con tonalidades moradas o rojizas. Por lo que reporta que las vainas presentan coloraciones que van desde el color amarillento al rojizo. Nuestros resultados coinciden en general con lo antes expuesto, pero como ya se ha señalado predominan los colores rojizos, que bien pueden corresponder a los morados, y se diferencian con la presencia de las vainas negras, que puede ser un rojo o morado muy obscuro.

#### 4.4.2 Características morfométrica

Las vainas son una de las estructuras usadas junto con las flores y las hojas para clasificar las especies de *Prosopis*, pero es tal su diversidad que por sí solas no pueden definir las categorías taxonómicas, es por ello que se ofrecen como resultado para observar su variación, dada también la diversidad que representa su aprovechamiento como alimento por otras especies silvestres además del hombre. Se presentan los resultados tanto para vainas maduras como para vainas consideradas tiernas.

**Cuadro 6. Morfometría básica de vainas maduras por árbol**

Característica de vaina	Árboles ordenados de mayor a menor							
	8	2	1	4	3	7	5	6
Largo	17.64	15.88	14.94	14.11	13.45	13.36	13.08	10.26
	5	2	8	6	4	7	3	1
Grosor	0.7	0.59	0.59	0.54	0.51	0.48	0.44	0.43
	2	3	4	5	8	1	6	7
Ancho	0.84	0.77	0.73	0.73	0.7	0.66	0.64	0.61

Con respecto a las variables de volumen, el cuadro 6. nos muestra que para la variable largo los árboles 8 y 2 son los que presentan las vainas más largas con 17.64 cm y 15.88 cm respectivamente. En contraste, las vainas más cortas corresponden al árbol 6 con 10.26 cm. Para la variable de grosor es el árbol 5 el que presenta la vaina más gruesa con 0.7 cm, en tanto que el árbol 1 es el de vaina más delgada con 0.43 cm. Con respecto al ancho de las vainas el árbol 2 registra la mayor dimensión, con 0.84 cm y el árbol 7 es el menor con 0.61 cm.

**Cuadro 7. Morfometría básica de vainas tiernas por árbol**

Característica de vaina	Árboles ordenados de mayor a menor							
	4	3	8	2	1	6	5	7
Largo	15.19	14.96	14.94	14.77	13.79	11.42	11.4	10.7
Grosor	5	2	8	5	4	1	7	3
	0.76	0.59	0.59	0.55	0.51	0.49	0.47	0.43
Ancho	5	2	3	1	4	8	7	6
	0.9	0.83	0.78	0.76	0.73	0.68	0.6	0.5

El cuadro 7. Muestra las variables morfométricas para vainas tiernas, en este caso, los árboles con vainas más largas fueron el 4, 3 y 8 con 15.19, 14.96 y 14.94 cm, respectivamente. Y árbol con las vainas más cortas es el 7 con 10.7 cm. Para la variable de grosor el árbol 5 presento el resultado más alto con 0.75 cm y el árbol 3 fue el de menor grosor con 0.43 cm. En el ancho de vaina el árbol 5 obtuvo el resultado más alto con 0.9 cm y el árbol 6 mostro el resultado más bajo con 0.5 cm.

De los cuadros anteriores podemos decir que las vainas maduras van de 10.26 a 17.64 cm, en tanto que las vainas tiernas se ubican entre los 10.7 y 15.19 cm, esto coincide en general con los datos de Ruiz, (2011), quien reporta longitudes de 7-20 cm. En cuanto al ancho, varía de 0.61-0.84 cm en vainas maduras y de 0.5 – 0.9 en vainas tiernas; lo que muestra que muestras vainas son en general más angostas ya que no alcanzan ni siquiera un centímetro en tanto que Ruiz, (2011) reporta anchuras máximas de 1.5 cm. Finalmente, el grosor varía de 0.43 a 0.73 considerando vainas tiernas y maduras, lo que está por encima de lo señalado para San Luis Potosí por el mismo autor. Las mejores vainas las presentan los árboles 8, 5, 2 y 4 en tanto que las más reducidas son de los árboles 1, 7, 3 y 6.

#### 4.5 Sanidad de vainas

La sanidad de vainas es importante para la producción, ya que incidirá en el peso y la calidad de vainas, ya sea para el consumo animal o humano. Del total de vainas recolectadas de los 8 árboles se obtuvieron los porcentajes de peso de vainas sanas tanto en vainas tiernas como maduras, ya que de acuerdo con Solorio *et al.*, (2004) en su trabajo evaluación de gorgojos en vainas de mezquite, en La Comarca Lagunera, reporta que prácticamente el 100% de las semillas pueden ser atacadas por *Algarobius prosopis* Le Conte; esto bajo condiciones de almacenamiento, por lo que se consideró necesario evaluar la incidencia de estos organismos en estas dos etapas de desarrollo de la vaina.

**Cuadro 8. Porcentaje de sanidad en vainas maduras**

No. ÁRBOL	%VS	%VCL	%MUL	%Total
1	15.15	31.79	53.06	100
2	30.57	38.55	30.88	100
3	28.78	33.24	37.97	99.99
4	59.25	32.61	8.14	100
5	24.02	34.03	41.95	100
6	2.53	5.63	91.83	99.99
7	68.02	23.79	8.19	100
8	62.97	33.9	3.13	100

Vainas Sanas (VS), Vainas Con una Lesión (VCL), Vainas con más de Una Lesión (MUL).

En el cuadro 8. Se presentan los porcentajes en peso de vainas maduras sanas siendo los árboles 4, 7 y 8 los que muestran los mejores resultados, por encima de un 60%, en tanto que los arboles 1, 2, 3, y 5 presentan menos del 31% de sus vainas sanas y el árbol 6 es el que tiene las vainas más dañadas al presentar solo un 2.5 de vainas sanas. Llama la atención que en general la tercera parte de las

vainas presentan al menos una lesión. Lo que lleva a considerar que solo un 30% de las vainas maduras pueden estar sanas.

**Cuadro 9. Porcentaje de sanidad en vainas tiernas**

No. ÁRBOL	%VS	%VCL	%MUL	%Total
1	19.57	27.92	52.51	100
2	32.93	29.74	37.33	100
3	43.69	26.81	29.5	100
4	66.93	15.93	17.13	99.99
5	16.32	17.38	66.29	99.99
6	5.32	12.08	82.6	100
7	76.33	23.67	0	100
8	59.53	24.61	15.86	100

Vainas Sanas (VS), Vainas Con una Lesión (VCL), Vainas con más de Una Lesión (MUL).

Con respecto a la sanidad en vainas tiernas, el cuadro 9. muestra que los árboles 4,7 y 8 tienen los mejores resultados por encima del 59% de vainas sanas, los árboles 1, 2, 3 y 5 tuvieron resultados por debajo del 45% y el árbol 6 es nuevamente el más dañado con solo un 5.32% de vainas sanas. Se resalta que en este caso las vainas con una lesión se ubican entre un 20 y un 25% en general, lo que indica en general un 55 o 60% de vainas dañadas. El mejor árbol es el árbol 7, ya que no presentó vainas muy lesionadas.

De acuerdo a estos resultados podemos señalar que conforme se maduran las vainas se van manifestando las lesiones. Estando de acuerdo con Solorio *et al.*, (2004) quien menciona los mecanismos de incubación que ocurren en las vainas, ya que sin daño aparente (vainas sanas) al almacenarlas se tenían vainas dañadas, lo que significa que los insectos eclosionan y se propagan entre las

vainas por lo que es necesario investigar más a fondo este proceso, para un control biológico.

Se presenta en seguida una síntesis de las evaluaciones de los ocho árboles que ejemplifican la diversidad de factores a considerar en el planteamiento de un aprovechamiento sostenible del mezquite, a través de la huerta, ya que bajo el enfoque agroecológico ningún elemento es ajeno en el sistema productivo y debe visualizarse su incidencia en el todo productivo.

**Cuadro 10. Síntesis de la caracterización de frutos en la huerta de mezquite.**

<b>Característica</b>	<b>Condición</b>	<b>Arboles</b>	<b>Condición</b>	<b>Arboles</b>
Rendimiento	Máximos	1 y 2	Mínimos	6 y 7
Humedad	Máxima	6	Mínima	3
Madurez	Máxima	3	Mínima	6
Morfología				
Color	Rojizos	4,2,8,5 y 1	Blancos	3,6 / Negro 7
Morfometría	Robustos	4,5,8 y 2	Reducidos	6,1,7 y 3
Sanidad				
Mayor	Maduros	7	Tiernos	7
Menor	Maduros	6	Tiernos	6

Al considerar el todo observamos el equilibrio existente entre los elementos del sistema es por ello que la visión agroecológica nos ofrece una mejor idea de cómo planear el aprovechamiento de los recursos, en este caso de la diversidad productiva de frutos del mezquite, sus conflictos y posibles soluciones.

## V. CONCLUSIÓN

Se ha descrito la producción de vaina, variedades y rendimientos para varios tipos de árbol, considerando como los mejores productores a los árboles 1 y 2 en relación con su diámetro basal. Y basándose en esta metodología, que se sustenta en dicha característica, se le considera un buen indicador para la productividad, ya que es resultado de un buen manejo y promueve la conservación de la huerta de mezquite. La producción promedio se establece en 3.2 ton/Ha para una huerta con 400 árboles.

La madurez de los frutos está muy relacionada con la humedad, encontrando que las vainas más tardías fueron las de mayor porcentaje de humedad y viceversa, las más maduras fueron las más secas. Condición importante para su cosecha, aprovechamiento y/o almacenamiento. La cosecha en este trabajo fue en la tercera semana de junio.

Con respecto a la diversidad que representan las vainas de los distintos árboles, en coloraciones, formas y tamaños, se encontró una asociación entre las formas más robustas con los colores rojizos y las formas de frutos reducidas con los colores claros. Estos últimos asociados también a sabores amargos, mientras que las rojas son más dulces, de acuerdo a la experiencia del productor. Lo que plantea un estudio sobre los niveles y tipos de carbohidratos.

Por otra parte, con respecto al largo, grosor y ancho de vainas maduras y tiernas, esta condición afecta directamente el rendimiento por árbol y puede ser también un factor determinante para la preferencia de los animales, por lo que es importante hacer otras observaciones que permitan seleccionar los mejores árboles para la planeación de la huerta agroecológica sostenible. Lo importante es la diversificación encontrada y como ésta puede conservarse para su mejor aprovechamiento.

Finalmente, en la sanidad en vainas tanto maduras como tiernas el árbol de frutos negros tiene el mejor comportamiento mientras que el tardío de frutos amarillos es el más dañado, es importante conocer la dinámica de fructificación y empatarla con la dinámica de depredadores y patógenos, para proponer mecanismos de control biológico u orgánico dado el uso alimenticio de los frutos. Esto también debe influir en la planeación de la huerta.

De acuerdo a lo planteado en este trabajo, se consideran cubiertos los objetivos y con respecto a las hipótesis y dadas las condiciones locales del agotamiento del recurso agua, la huerta de mezquite es una posibilidad viable y la producción de vainas un proceso que tiene que formalizarse y estabilizarse en el tiempo, bajo este esquema en sinergia con el resto de aprovechamientos de este recurso natural adaptado a la aridez.

## VI. LITERATURA CITADA

- Blanco C. E. 2014. Premio al mérito forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; Departamento de Agroecología. Mayo del 2014. Torreón, Coahuila.
- Becerril P. R., E. González S. y L. Hernández S. 2006. El semiárido mexicano como sumidero de carbono. Estudio de caso Microcuenca "El Carmen". INECC. Congreso Nacional y Reunión Mesoamericana de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Querétaro-México. pp. 19-21
- Budowski G. 1983. "An attempt to quantify some current agroforestry practices in Costa Rica". En: Huxley, P.A. (ed.) Plant research and agroforestry. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Burkart A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae, subfam. Mimosoidae). Jour. Arnold Arboretum. 57 (3-4): 219-249, 450-525.
- Carrillo F. R. 2006. Efecto de la poda sobre el potencial productivo de mezquites nativos (*Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa*) en la Comarca Lagunera. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6: 47-54.

- Cervantes R. M. C. 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras UNAM, México. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. Universidade de São Paulo
- CONAFOR. 2006. Programa de Pago por Servicios Ambientales. Expo Forestal, 24-26 Septiembre. Ciudad de México
- Fassbender H. W. 1987. Modelos edafológicos de los sistemas de producción agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE). Turrialba. Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza, núm. 29.
- Foolliott P. F. y Thames J. L. 1983. Manual sobre la taxonomía de *Prosopis* en México, Perú y Chile. FAO. pp. 1-35.
- Foroughbakh P. R. 1989. Tratamiento a la semilla de catorce especies forestales de uso múltiple de zonas de matorral y su influencia en la germinación. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L. Linares, Nuevo León México. (11): 1-25.
- Flores E. G. 2001. Los recursos forestales de México y su importancia. Academia de sistemas de producción Forestal Chapingo, México
- Flores J. O., A. Calderón., E. Estrada., J. Flores., J. Jiménez. 2007. Germinación y establecimiento de plantas nativas del matorral tamaulipeco y una especie introducida en un gradiente de elevación .maderas y bosques 13(1): pp. 99-160
- Galindo A. S., E. García M., T. L. Wendt & F. V. González C. 1992. Potencial de hibridación natural en el mezquite (*Prosopis laevigata* y *P. glandulosa* var. *torreyana*, Leguminosae) de la altiplanicie de San Luis Potosí. *Acta Bot. Mexicana*. Núm. 20. pp. 101- 117.
- Granados S. D., Sánchez-González A., R. L. Granados V., A. Borja de la R. 2011. Ecología de la vegetación del desierto chihuahuense. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. XVII, pp. 111-130
- Gómez L., F., J. Signoret P. y M. C. Abuin M. 1970. Mezquites y Huizaches. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.
- Guzmán L. M. A. 2009. Distribución, sistemática, y algunos aspectos ecológicos del mezquite *prosopis spp.* (L.) en el estado de Nuevo León, México.
- Hernández-Herrera J. A., L. M. Valenzuela-Núñez, A. Flores-Hernández y J. C. Ríos-Saucedo. 2014. Análisis dimensional para determinar volumen y peso de madera de mezquite (*Prosopis* L.). *Madera y Bosques* 20 (3): pp.155-161.

- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos San Pedro, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05033.
- Isely D. 1972. Legumes of the United States. IV, Calliandra, Pithecellobium and Prosopis. Madroño. 21 (5): 287-298.
- Johnston M. C. 1962. The North American Mezquites, *Prosopis* section Algarobia (Leguminosae). Brittonia 14: 72-90.
- León T. 2010. Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T y Altieri M. Eds. pp. 53 - 77.
- León S.T. 2012. Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. 261 p. (en prensa)
- López-Franco Y. L., F. M. Goycoolea., M. A. Valdez y A. M. Calderón de la Barca. 2006. Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. Asociación Interciencia Venezuela. Interciencia, vol. 31, núm. 3, pp. 183-189
- Maldonado A. I. L. 2013. Evaluación de métodos de producción de mezquite *prosopis laevigata* (h & b ex willd johnston)) en viveros forestales. Seminarios de Posgrado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León
- Méndez G. J., A. Santos M., J. A. Nájera L. 2007. Características dimensionales y modelos para estimar producción de vaina en *Prosopis glandulosa* var. torr., En una región de MEXICALI B.C. MÉXICO., Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 6: 55-66
- Metcalf C. L. y W. P. Flint. 1988. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. Editorial Continental México. pp. 1063 - 1066.
- Meza S. R. 2009. Guía para la colecta y beneficio de semilla de mezquite. Centro de Investigación Regional Noroeste. Folleto para Productores Núm. 2.
- Niparaja. 2001. Evaluación Inicial. Corredor San Cosmé–Mechudo, Baja California Sur. The Nature Conservancy. División México Programa Baja California Sur.
- Osuna E. L. y R. Meza S. 2003. Alternativas para la explotación sostenible del mezquital de baja california sur. Folleto Técnico Núm. 8. La Paz, B.C.S. México

- Palacios A. R. 2006. Los Mezquites Mexicanos: Biodiversidad y Distribución Geográfica. Bol. Soc. Argent. Bot. 41 (1-2): 99 – 121.
- Ramos P. J., S. R. Del Amo y J. A. Arévalo. 1996. Diversidad y tipos de agroecosistemas: consideraciones para diseño, En: Trujillo, J. A. De León, F. G. Calderón, R. A. y Torres, P. L. (Ed.) UAM-Xochimilco. México. 119-125. Amo del. S. R.; Ramos, P.J. 1994. Desarrollo sostenible de los recursos naturales tropicales. Pronatura, México.
- Reséndez V. K. L., M. P. González C., I. Chairez H., O. Díaz M. 2011. Aspectos biológicos, ecológicos y usos del mezquite. Estudiante de la Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional.
- Reveles S. F. O., R. Serna R., N. Berúmen C. A., D. Licón E., C. Robles E. I., C. Carreón, F. Ó. & R. Saucedo J. C. 2010. Identificación de especies vegetales con potencial para la producción de biocombustibles líquidos en Durango, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1(1) 45-54.
- Ríos-Saucedo J. C., L. M. Valenzuela-Núñez, M. Rivera-González, R. Trucíos-Caciano y G. Sosa-Pérez. 2012: *Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México. TECNOCIENCIA Chihuahua* 6(3):174-180.
- Rivera J., Losada H., Grande D., Cortes J. y F. Sosa. 2007. Uso de calendarios estacionales en la producción de goma de mezquite (*Prosopis laevigata*) como una alternativa en el manejo sustentable en el Ejido de Llanos de la Angostura, San Luís Potosí. México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, vol. 15 (1): 514-518 p.
- Roblero P. E. F. 2012. Modelos de predicción de volumen y biomasa de mezquite (*prosopis glandulosa* torr.) en Zaragoza, Coahuila. Seminarios de Posgrado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León
- Rosales R. S. 2014. Comunicación Personal. Producto apícola y manejador del mezquital en el Mpio. De San pedro de las Colonias, Coah.
- Ruíz T. D. R. 2011. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias Ambientales: Uso potencial de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del Altiplano Potosino. San Luis Potosí, S.L.P.
- Rzedowski J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae) en Norteamérica. *Acta Bot. Mexicana* 3: 7-18.
- Silbert M. (1988). Mesquite pod utilization for livestock feed: An economic development alternative in central Mexico. M.S. Thesis. School of

- Renewable Natural Resources. The University of Arizona. Tucson, Arizona. 122 p.
- Solorio I. R., F. Gómez L., E. G. Ramos R., E. Santamaría C. y J. A. Salazar M. 2004. Evaluación de daños por gorgojo (*Algarobius prosopis* le conte) en vainas de mezquite (*Prosopis spp*) de la comarca lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 3:111-114
- Shreve F. 1942. The desert vegetation of North America. Botanical Review 8: 195-246.
- Tapia-Tapia E. del C., R. Reyes-Chilpa. 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable Madera y Bosques, México Vol. 14, Núm. 3, pp. 95-112
- Toledo V. M. 2012. La Agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. Agroecología 6: 37-46
- Torres R. J. M. A. Guevara S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico Gaceta Ecológica, núm. 63. pp. 40-59.
- Valenzuela-Núñez L. M., R. Trucíos-Caciano, J. C. Ríos-Saucedo. A. Flores H., J. L. Gonzáles-Barrios. 2011. Caracterización Dasométrica y Delimitación de rodales de mezquite (*Prosopis sp*) en el estado de Coahuila., Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. XVII, pp. 87-96
- Valenzuela-Núñez L. M., M. Rivera-González, R. Trucios-Caciano y J. C. Ríos-Saucedo. 2013: Características ecológicas y dasométricas de dos comunidades con mezquite (*Prosopis laevigata* [Humb.et Bonpl. ex Willd] M. C. Johnston) en el estado de Durango. TECNOCENCIA Chihuahua 7(1): 32-38.
- Vega R. C., P.A. Meglioli y P. E. Villagra. 2011. *Prosopis alpataco* Phil. (*Fabaceae*, *Mimosoideae*). KURTZIANA. Tomo 36 (2): 53-64.
- Velázquez M. A., 2013. Sistemas Agroforestales Maderables en México. Univesidad Autonoma Chapingo.
- Villanueva V. J., R. Jasso Y., E. H. Cornejo O., y C. Potisek T. 2004. El mezquite en la comarca lagunera: su dinámica, volumen maderable y tasas de crecimiento anual. Agrofaz. UGED. CONACYT pp. 632-648
- Villarreal G. J. A., A. Rocha E., M. L. Cárdenas-Ávila., S Moreno L., M González Á., V. Vargas L. 2013. Caracterización morfométrica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México. FYTON ISSN 0031 9457 82: 169-174.

Wezel A. Soldat V. 2009. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7: 3-18.