

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Cuantificación y aproximación bromatológica de la harina obtenida de la vaina de mezquite (*Prosopis spp*) en la Comarca Lagunera.

Por:

VICTOR DANIEL ORTIZ CANJAY

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Cuantificación y aproximación bromatológica de la harina obtenida de la vaina de mezquite (*Prosopis spp*) en la Comarca Lagunera.

Por:

VICTOR DANIEL ORTIZ CANJAY

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobada por:

M. C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS
Presidente

Dr. ALFREDO OGAZ
vocal

M. C. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ
Vocal

M. Sc. EMILIO DUARTE AYALA
Vocal

M. E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
_ Septiembre 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

**Cuantificación y aproximación bromatológica de la harina obtenida de la vaina
de mezquite (Prosopis spp) en la Comarca Lagunera.**

Por:

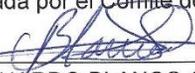
VICTOR DANIEL ORTIZ CANJAY

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M. C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS
Asesor Principal


Dr. ALFREDO OGAZ

Coasesor


M. C. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ

Coasesor


M. E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2019



AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Agradezco a dios por la dicha de poder estar en esta vida, por la hermosa familia que me presto y por toda la sabiduría que me regalo para poder llegar a este momento de terminar la universidad y poder hacer este presente trabajo, ya que gracias a dios logré una meta más ya que cuando me sentía débil veía a otras personas siguiendo un buen camino entonces yo me iluminaba por que dije dios este conmigo y no me va a abandonar y ahora gracias a dios concluí una buena formación.

A **mi madre**. Gracias por todo el cariño y el apoyo incondicional que siempre me brindaste cuando estuve realizando mis estudios ya que, gracias a tus desvelos, días de cansancio, de lluvia trabajaste para poder ayudarme con mis estudios, pero gracias a eso hoy soy el hijo más feliz por la carrera que me pudiste regalar.

A **mi abuelita**. Ya que gracias a sus regaños y sus sabios consejos pude salir adelante siendo una mejor persona que día a día estuvo hay cuando no sabía ni que es lo que en verdad quería, ya que a veces de jóvenes tenemos mucha rebeldía y ella me supo dar buenos consejos muchas gracias abuelita.

A **Mi Tía Rosa** por cuidarme y darme el amor como una madre gracias por enseñarme el buen camino de ser un joven dedicado para obtener una carrera por esos momentos que me decías échale muchas ganas que tú serás alguien en esta vida y te agradezco infinitamente por todo lo bueno que me pudiste dejar en este mundo.

A la **Universidad Autónoma Antonio Narro Unidad Laguna** por la oportunidad brindada de poder llevar acabo mis estudios durante los 4 años y medio en cada una de las aulas y con sus diferentes profesores para poder obtener bases y herramientas fundamentales para llegar a ser un buen profesionista en el mundo laboral.

Al **M.C Eduardo Blanco Contreras** gracias por su valiosa amistad como un buen docente de la universidad, por su esfuerzo y apoyo incondicional para poder llevar

acabo esta investigación ya que sin la ayuda de sus consejos y su sabiduría no hubiera sido posible este presente trabajo.

A mis **Amigos** que estuvimos siempre para apoyarnos cuando uno iba mal nos orientábamos para seguir permaneciendo juntos por las buenas enseñanzas en el transcurso de los años.

A la **MVZ. Julieta Ziomara Ordoñez Morales** por sus buenos consejos en el laboratorio de bromatología y por esa ayuda incondicional que me ayudó mucho para poder obtener buenos resultados para esta investigación ya que en ocasiones venia los sábados para los resultados que tocaba realizar.

Al **M.C Fortino Domínguez Pérez** por su tiempo y su dedicación en cada una de sus clases, así como el apoyo brindado en este presente trabajo.

Al **M.Sc. Emilio Duarte Ayala** por los buenos consejos que me brindo para llevar este trabajo por buen camino por el apoyo incondicional que me brindo en este presente trabajo ya que sin su apoyo no hubiera sido posible.

Al **Dr. ALFREDO OGAZ** por sus palabras de motivación y por su gran apoyo incondicional que me brindo para obtener los datos estadísticos ya que sin el no hubiera sido posible concluir el presente trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS

Por siempre iluminarme en el camino de obscuridad para no caer en malos pasos, y por darme la paz y la tranquilidad para poder llevar a cabo esta investigación realizada.

A MI MADRE.

AUERELIA ORTIZ CANJAY

Le dedico este presente trabajo con todo mi cariño a quien debo todo lo que soy, primero por darme la vida y después por formarme como una persona responsable, como una forma de recordarle cuanto la amo y respeto.

Realmente no tengo la forma, ni las palabras para poder agradecer todo lo que me han dado: por su lucha incondicional, por su guía y ejemplo, por su cariño, lealtad, y confianza, por todo lo que ha hecho por mí, espero jamás defraudarte.

A MI HERMANO.

ISRAEL LUGARDO ORTIZ

Por ser un pilar de mí y de mi familia ya que con su respeto y comprensión me alienta a seguir siendo parte de él para que siga en buenos pasos.

A MI ABUELITA

ANASTACIA CANJAY XAXNI

Por ser la persona más maravillosa que ha estado conmigo en los momentos más difíciles, por el apoyo incondicional que me ha brindado para seguir echándole ganas en mi vida, así como en la escuela que me pregunta que como estoy, si ya comí, y que cuando regresamos de visita por eso y más gracias.

A MIS TIAS

Por estar siempre pendiente de mí y por formarme en el transcurso de estos años, por los alientos que me daban para seguir echándole ganas al estudio, por los buenos consejos que me daban día a día por decirme que me juntara con personas de bien.

RESUMEN

El género *Prosopis spp*, pertenece a la familia de las leguminosas y es característico de las zonas áridas y semiáridas de México, el objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de harina que presentan las vainas de mezquite en las dos especies locales de dicho género, así como destacar el valor nutricional que representa la harina para el consumo humano. Para ello se realizó la cosecha y cuantificación de las vainas por especie, árbol y coloración de las mismas, así como el análisis bromatológico proximal de la harina proveniente de la molienda de la vaina, se realizaron los siguientes análisis; materia seca, fibra con detergente neutro, fibra con detergente ácido, cenizas, proteína y grasa. Los resultados obtenidos muestran que el rendimiento de harina a partir de la vaina es de un 82% en peso directo; así mismo, se encontró un buen porcentaje de valor proteico, del 10%, y también un buen contenido de fibra, que se puede consumir sin ningún problema por el ser humano. Se discuten los resultados con otros autores y en referencia a otras especies, llegando a la conclusión de la calidad nutritiva de la vaina, es óptima para el consumo humano y que, siendo un elemento abundante de las zonas áridas, en la visión agroecológica puede ser muy importante para la seguridad alimentaria presente y futura.

Palabras claves: Producción de harina de mezquite, Bromatología, Alimentación humana.

Índice de contenido

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 HIPOTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 GENERALIDADES	4
2.2 EL MEZQUITE	5
2.2.1 Descripción botánica.....	5
2.2.1.1 Descripción del género <i>Prosopis</i>.....	6
2.2.2. Partes anatómicas del mezquite	6
2.3 EL MEZQUITE EN MEXICO	7
2.3.1 Distribución en México.....	8
2.3.2. El mezquite en la comarca lagunera	9
2.4 LAS ESPECIES LOCALES DE MEZQUITE	10
2.4.1 <i>Prosopis laevigata</i> (H. & B.) Johnston.....	10
2.4.2 <i>Prosopis glandulosa</i> Torr. var. <i>glandulosa</i>	11
2.4.3 <i>Prosopis glandulosa</i> var. <i>Torreyana</i>	12
2.5 USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL MEZQUITE EN MÉXICO.....	12
2.5.1 Alimentación animal.....	13
2.5.2 Alimentación humana	14
2.5.3 Uso medicinal	15
2.5.4 Goma	15
2.5.5 Uso forestal.....	16
2.6 Harina a partir de la vaina de <i>Prosopis</i>	17
2.6.1 Producción de Harina de mezquite.....	18
2.6.2. Usos dietarios	19
2.7 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	19

2.7.1. Análisis químico proximal	21
2.7.2 Contenido de humedad	22
2.7.3. Cenizas	23
2.7.4. Determinación de fibra cruda	23
2.7.5. Proteínas	23
2.7.6. Carbohidratos	23
2.7.7. Minerales.....	24
2.8 MANEJO SUSTENTABLE DEL MEZQUITE	24
2.8.1. Sustentabilidad del ecosistema.....	24
2.8.2. El agroecosistema del mezquite.	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Recolección de vainas y su tratamiento.	26
3.1.1 Cosecha.....	26
3.1.2 Lavado, secado y separación de muestras.....	26
3.1.3 Almacenado	27
3.2 Producción de harina.....	27
3.3 Análisis bromatológico.....	28
3.3.1. Contenido de materia seca.....	29
3.3.2 fibra detergente ácido y detergente neutro	29
3.3.3 contenido de cenizas	29
3.3.4 contenido de proteína	30
3.3.5 contenido de grasa	30
3.4 Diseño del experimento.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	32
4.1 Producción o cosecha de vaina	32
4.2 Producción de harina de mezquite.....	32
4.3 Análisis bromatológico.....	33
4.3.1 Materia seca	33
4.3.2 Fibras detergente ácido y detergente neutro	35
4.3.3 Cenizas	37
4.3.4 Proteína.....	38

4.3.5 Grasa	41
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
VI. REFERENCIAS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO 1. LAS ESPECIES MÁS COMUNES DE PROSOPIS EN EL MUNDO.	4
CUADRO 2. TAXONOMÍA DEL MEZQUITE.	6
CUADRO 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA.	21
CUADRO 4. COMPOSICIÓN EN PORCENTAJE DE FRUTOS DE P.JULIFLORA Y HARINA SOBRE PESO SECO.	21
CUADRO 5. COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE HARINA Y FRUTOS DE P.JULIFLORA.	22
CUADRO 6. CUANTIFICACIÓN DE LA HARINA EXTRAÍDA POR DOS TRATAMIENTOS.	32
CUADRO 7. MATERIA SECA DE LAS DOS VARIEDADES EN TRES COLORES.	34
CUADRO 8. FIBRA DETERGENTE ÁCIDO.	35
CUADRO 9. FIBRA DETERGENTE NEUTRO.	36
CUADRO 10. CENIZAS EN COLORES.	37
CUADRO 11. PORCENTAJE DE GRASA.	41

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y COMPARACIÓN DE MEDIAS CON EL MÉTODO TUKEY.	33
FIGURA 2. PORCENTAJE DE MATERIA SECA CON UNA COMPARACIÓN DE MEDIAS CON EL MÉTODO DE TUKEY.	34
FIGURA 3. FIBRA CON DETERGENTE ACIDA CON UNA COMPARACIÓN DE MEDIAS CON EL MÉTODO DE TUKEY.	36
FIGURA 4. FIBRAS CON DETERGENTE NEUTRO CON UNA COMPARACIÓN DE MEDIAS CON EL MÉTODO DE TUKEY.	37
FIGURA 5. CENIZAS CON UNA COMPARACIÓN DE MEDIAS CON EL MÉTODO DE TUKEY.	38
FIGURA 6. PROTEÍNA CON UNA COMPARACIÓN DE MEDIAS CON EL MÉTODO DE TUKEY.	41
FIGURA 7. GRASA CON UNA COMPARACIÓN DE MEDIA CON EL MÉTODO TUKEY.	42

I. INTRODUCCIÓN

El género *Prosopis* en México se conoce con el nombre común de mezquite, que proviene del náhuatl micuitl, y que probablemente los aztecas les dieron a estas plantas dicho nombre (Granados, 1996).

El mezquite es un recurso natural que crece principalmente en zonas áridas y semiáridas; en México, esas zonas abarcan una superficie de 1.9 % del territorio nacional. Las diferentes especies de mezquite pertenecen al género *Prosopis*, de la familia *Fabaceae*, que se distingue por la producción de vainas con semillas. Este género consta de aproximadamente 44 especies a nivel mundial. En nuestro país, el mezquite existe en forma natural en varios estados, siendo abundante en los del norte y centro (Estrada, 1993; Villanueva *et al*, 2004).

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, *et al.*, 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 Cuatro Ciénegas y San Pedro son los más importantes, pues su producción representa el 87 % del total de la producción de carbón en el estado (Roblero, 2012).

Dadas las condiciones climáticas y ecológicas de estas regiones donde la vegetación está formada en su mayoría por diversos tipos de matorrales espinosos bajos y altos, así como bajos niveles de precipitación han creado un entorno difícil para el desarrollo de las actividades productivas en general (Rivera *et al.*, 2007). En este sentido la dotación de recursos naturales, su correcto aprovechamiento, y la superficie apta para el desarrollo de las actividades productivas son, sin dudas, factores estructurales básicos para la supervivencia de una región y el desarrollo de una sociedad sana (Ruiz, 2011).

Las asociaciones vegetales en las que el mezquite predomina con buen desarrollo, proporcionan un valor intrínseco al terreno por el potencial de obtención de productos forestales tanto maderables como no maderables, lo que constituye solo una parte de su importancia, ya que generan importantes beneficios ecológicos debido a que es un excelente controlador de la erosión, fija nitrógeno de la atmósfera al suelo mejorando su fertilidad, proporciona alimento y refugio a la fauna silvestre, y mejora la calidad estética del paisaje (CONAZA-INE, 1994; Meza y Osuna, 2003).

De este árbol el ganado consume sus frutos y hojas, además de la producción de su flor con fines apícolas, aprovechamiento de la goma que exuda y sus propiedades medicinales (Solís, 1997).

En lo que respecta a la vaina de mezquite, de acuerdo a evidencias arqueo-botánicas y documentos históricos, ha sido utilizada como una importante fuente de alimento humano y animal. Los primeros registros arqueológicos del uso del mezquite en el Estado de San Luis Potosí 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).

Algunos de los productos que se pueden elaborar con la vaina son bebidas, jaleas, panes, vainas hervidas solamente y harina tostada (Moore *et al.*, 2000 en Capparelli, 2008).

1.1 OBJETIVOS

- 1.1.1. Evaluar la producción de harina que presentan las vainas de mezquite a partir de las dos principales especies locales del género *Prosopis*.
- 1.1.2. Destacar el valor nutricional que representa la harina de la vaina de mezquite para el consumo humano.

1.2 HIPOTESIS

La calidad y rendimiento productivo de harina de las vainas de los mezquites locales, depende la especie de *Prosopis*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

El género *Prosopis* pertenece a la subfamilia Mimosoidea y posee 44 especies reconocidas. Cuatro de ellas se distribuyen en el viejo mundo y África, mientras que los cuarenta restantes a lo largo del continente americano, desde el SO de Norte América hasta la Patagonia. Argentina parece ser el centro de origen primario de este género mientras que México un centro de origen secundario. En los Estados Unidos y México se distribuyen 8 especies, mientras que en América del Sur 32 especies, 28 de las cuales se hallan en Argentina. De éstas últimas, 13 especies son endémicas de dicho país (Burkart, 1940, 1952, 1976 a, b).

El fruto de varias especies de *Prosopis* es empleado en la elaboración de diversos alimentos en distintas partes del mundo, tales como África: *P. africana* (Sanni *et al.* 1993).

Cuadro 1. Las especies más comunes de *Prosopis* en el mundo.

Países	Especies más conocidas del género <i>Prosopis</i>
África	<i>P. africana.</i>
Norteamérica	<i>P. glandulosa</i> Torrey, <i>P. velutina</i> Wooton, <i>P. laevigata,</i>
Asia	<i>P. cineria.</i>
Centroamérica	<i>P. juliflora.</i>
Sudamérica	<i>P. juliflora, P. pallida, P. nigra, P. alba, P. flexuosa, P. chilensis, P. tamarugo y P. caldenia.</i>

Fuente: (Barros, 2010).

México posee una amplia extensión de zonas áridas y semiáridas, alrededor de 56 y 23 millones de hectáreas, respectivamente, que, en conjunto, representan más de 40% de la superficie total del territorio mexicano. Actualmente se encuentra establecido en más de 3.5 millones de hectáreas en el norte de México, en donde se ubica la zona de San

Luis Rio Colorado. Estas zonas, se caracterizan por ser apropiadas para el desarrollo del mezquite, ya que esta especie, puede crecer en lugares con lluvias menores a los 100 mm anuales y soportar temperaturas máximas promedio superiores a 40 °C (Buckart, 1976).

El mezquite por su parte, ha sido identificado como un recurso que puede ser aprovechado para mejorar los niveles de vida de las regiones, debido a su alto potencial económico que posee, pues su madera es usada como combustible, sus vainas como forraje y como alimento para el hombre; produce resina que tiene uso en la fabricación de pegamentos, barnices, mientras sus flores son importantes en la producción de miel (CONAFOR, 2009).

En el estado de Durango se reportan 44 211 hectáreas de mezquite, distribuidas en 14 de los 39 municipios del estado: Cuencamé, Durango, General Simón Bolívar, Hidalgo, Indé, Mapimi, Nombre de Dios, Ocampo, Peñón Blanco, Poanas, San Juan de Guadalupe, San Juan del Rio, San Pedro del Gallo y Tlahualilo; destacando con mayor superficie los municipios de Hidalgo San Juan de Guadalupe y Simón Bolívar (Ríos *et al.*, 2011).

2.2 EL MEZQUITE

2.2.1 Descripción botánica.

Los mezquites son especies botánicas que pertenecen a la familia Fabaceae – antes Leguminosae -, subfamilia Mimosoideae, y género ***Prosopis***, los cuales se distribuyen principalmente en las zonas áridas y semiáridas del mundo. Este género está representado por arbustos de tamaño mediano o árboles frondosos de tronco mediano, aunque en sitios de buena disponibilidad de agua, puede alcanzar hasta los 20 m de altura y diámetros mayores a 1 m. Todas las especies del género presentan troncos sencillos debido a que tienen una fuerte tendencia a la dominancia apical y en consecuencia con buen desarrollo de la copa (Granados, 1996). Su nombre proviene de

la palabra azteca “misquitl”, tienen hojas angostas, bipinadas compuestas, de 5 a 7,5 cm de largo, con puntas suaves y espinas en sus ramas (López *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Taxonomía del mezquite.

Reino	Plantae
División	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Mimosoideae
Tribu	Mimoseae
Genero	<i>Prosopis</i> L.
Especies	<i>P. glandulosa</i> y <i>P. laevigata</i>

Fuente: (López *et al.*, 2006)

2.2.1.1 Descripción del género *Prosopis*

El mezquite es un árbol espinoso que alcanza hasta los 10 metros de altura; sus raíces pueden tener más de 50 metros de profundidad y hasta 15 metros en sus laterales. Los tallos presentan corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales. Las hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, que miden de 5 a 10 mm de largo. Las flores presentan un color amarillo verdoso, están agrupadas en racimos, con medidas de 4 a 10 mm, son bisexuales, tienen cinco sépalos y diez estambres. El fruto es una vaina que puede ser de color paja o rojizo violáceo, con forma alargada, recta o arqueada, puede medir de diez a treinta centímetros de longitud, ser plano o cilíndrico en la madurez y contener de 12 a 20 semillas (Valenzuela *et al.*, 2011).

2.2.2. Partes anatómicas del mezquite

Bainbridge., (1990) describen la morfología del mezquite de la siguiente manera:

Que los individuos de mayor tamaño crecen en rodales abiertos, en donde pueden alcanzar alturas de 7 a 13 m. Existe también un tipo arbustivo, con una altura entre 2 y 5 m, que comúnmente invade las tierras de pastoreo. En rodales densos y sobre sitios arenosos se convierte en un arbusto con varios tallos. Las espinas son axilares, tienen de 1 a 4.5 cm de largo y se encuentran a veces en pares, pero por lo común son solitarias. Se ha observado que algunos árboles de esta especie tienen pocas espinas.

Las hojas son alternas, glabras, tienen de 6 a 17 cm de largo y muestran entre uno y dos pares de pinnas, las cuales tienen entre 6 y 17 pares de folíolos cada una. El largo de los folíolos varía entre 1 y 4 cm, lo cual es 5 a 12 veces mayor que el ancho. Los folíolos se distribuyen a lo largo del raquis, en distancias iguales o mayores de su ancho, y son lineares u oblongos, obtusiformes y con una notable nervadura inferior.

La inflorescencia es un racimo espigado con una longitud entre 5 y 14 cm. Los pétalos florales son de 2.5 a 3.5 mm de largo y el ovario es veloso.

La vaina es linear, aplanada, amarilla y tiene dimensiones entre 10 y 20 cm de largo, 1 cm de ancho y 0.5 cm de grosor. Puede ser recta, aunque en ocasiones muestra algo de curvatura. El pericarpio es duro y se encuentra dispuesto sobre un mesocarpio pulposo y dulce. Las vainas contienen 5 a 18 semillas ovaladas, de tonalidad parda y tienen 5 mm de ancho, 7 mm de largo y 2 mm de grosor.

La especie de *Prosopis glandulosa* Torrey se distribuye ampliamente en México, extendiéndose hacia el noroeste, abarcando los Estados Unidos América. Se desarrolla bien a lo largo de los drenajes en zonas donde la lluvia es inferior a los 150 mm y persiste sobre las tierras y áreas neutras y alcalinas donde la lluvia supera los 750 mm. Además, se la encuentra en alturas de 1,500 m en áreas donde hay más de 200 días libres de heladas (Bainbridge ., 1990).

Los árboles de la especie ***Prosopis glandulosa* Torrey** se usan para la obtención de forraje útil en la alimentación del ganado, leña y puede usarse como fuente de néctar para abejas. Se considera una maleza, puesto que esta especie ha invadido los pastizales, lo cual ha generado la organización de intensos programas de erradicación (ARMC, 2001).

2.3 EL MEZQUITE EN MEXICO

Cabe hacer mención que el mezquite recibe diferentes nombres comunes, dependiendo de la región en la cual se desarrolla, donde el nombre “mezquite” es el más utilizado y se deriva de la palabra azteca “misquitl”, úthu es huasteco, chúcata y tirtzecua en

Michoacán, algarrobo en Colima, Jalisco y Nayarit (Pasiiecznik *et al.*, 2001; López *et al.*, 2006; Trejo, 2010; Ruiz, 2011).

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 *et al.*, 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).

2.3.1 Distribución en México.

El mezquite es un recurso natural que crece principalmente en zonas áridas y semiáridas; en México, esas zonas abarcan una superficie de 1.9 % del territorio nacional, y representa un total de 3, 555, 000 Ha. Las diferentes especies de mezquite pertenecen al género *Prosopis*, de la familia *Fabaceae*, que se distingue por la producción de vainas con semillas. Este género consta de aproximadamente 44 especies a nivel mundial. En nuestro país, el mezquite existe en forma natural en varios estados, siendo abundante en los del norte y centro (Estrada, 1993; Villanueva *et al.*, 2004).

Los estados que presentan una alta producción forestal de *mezquite* son: Sonora, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León; de menor producción se encuentran los estados de: Aguascalientes, Oaxaca, Baja California Norte y Sur, Chihuahua, Jalisco, Querétaro y Sinaloa (Cervantes, 2005; López *et al.*, 2006; Loeza, 2007).

En nuestro país el mezquite existe en forma natural en varias regiones, ya sea de forma aislada o en habitas y/o en las denominadas zonas o poblaciones de mezquiales, son abundantes en los estados del Norte y Centro de México, forma parte de los ecosistemas semiáridos del país y puede llegar a ser dominante, constituyendo verdaderos bosques de *mezquites* o *mezquiteras* (Estrada, 1993; Villanueva *et al.*, 2004; Loeza, 2007; Foroughbakhch *et al.*, 2010). A nivel nacional el área de mezquiales ocupa el 1.9 % de la superficie total del país, lo que constituye una superficie de 3, 555,500 ha (Estrada, 1993; CONAZA-INE, 1994; Carrillo, 2006; Loeza, 2007; Rodríguez *et al.*, 2014).

En el territorio mexicano se localizan 15 especies de ***Prosopis*** distribuidas en 26 estados: *P. palmeri* Wats, *P. pubescens* Gray, *P. tamaulipana* A. Burkart, *P. laevigata*, *P.glandulosa* var. *Torreyana* (Benson) Johnston, *P.glandulosa* var. *glandulosa* Torr, *P. juliflora* (Swartz) D.C., *P. articulata* S. Watson, *P. reptans cinerascens* Gray, *P. velutina* Wooton, *P. odorata* Torrey et Fremont, *P. yaquiana* R. Palacios, *P. vidaliana* A. Naves, *P. mezcalana* R. Palacios y *P. mayana* R. Palacios (Figura 1). De estas especies *P. palmeri*, *P. articulata* y *P. tamaulipana* son endémicas de México (Arellano, 1996; Carrillo, 2006; Palacios, 2006; Ruiz, 2011; García *et al.*, 2013).

Así, podemos observar como en el Norte-centro de México ocurren ***Prosopis laevigata*** y *P. glandulosa*. estas especies son plantas arbustivas y arbóreas que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, resistentes a sequías y forman parte de la vida natural de los ecosistemas semi-desérticos (Valenzuela *et al.*,2011).

2.3.2. El mezquite en la comarca lagunera

Coahuila está compuesto por 39 municipios y dos terceras partes cuentan con mezquiteras (26 municipios). En 14 de estos municipios se concentra el 92% de la cobertura de mezquite, predominando en los municipios de Hidalgo (19.3%), Jiménez (12.1%) y Guerrero (11.3%). En la región lagunera, existen sitios que por décadas han estado sujetos al manejo del carbón como única opción para el aprovechamiento del mezquite en municipios de Viesca, San Pedro y Matamoros, Coahuila, Villanueva *et al.*, (2004).

2.4 LAS ESPECIES LOCALES DE MEZQUITE

Con base en Rzedowski (1988), Galindo *et al.*, (1992) y Palacios (2006), comentan que en la Comarca Lagunera deben ocurrir las especies de ***Prosopis laevigata***, *P. glandulosa* var. *glandulosa* y *P. glandulosa* var. *torreyana*, esto es considerando las distribuciones y puntualizaciones establecidas por dichos autores. Mismas que se describen en seguida.

2.4.1 *Prosopis laevigata* (H. & B.) Johnston.

Es un árbol de hasta 12 m de altura, aunque generalmente menor; tronco hasta de 1 m de diámetro, por lo general de 30 a 60 cm; corteza gruesa, de color café-negruzco, algo fisurada; copa más ancha que alta; ramas glabras o pilosas, armadas de espinas estipulares de 1 a 4 cm de largo; hojas pecioladas con 1 a 3 pares de pinnas, cada una con 10 a 20 pares de folíolos sésiles; flores dispuestas en espigas densas de 5 a 10 cm de largo; flores blanco-amarillentas; legumbre linear, algo falcada, de 7 a 20 cm de largo por 8 a 15 mm de ancho, de color café-amarillento, a veces rojizo, algo constreñida entre las semillas; éstas oblongas, comprimidas de 8 a 10 mm de largo, de color blanco-amarillento.(Palacios., 2006).

A ***Prosopis laevigata*** se le conoce con el nombre común de mezquite. Esta planta fue conocida como ***P. juliflora*** (Swartz) D.C., nombre que, según Johnston debe ser asignado a la especie que se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico desde Sinaloa a Centroamérica, Colombia y Venezuela, así como en las Antillas (Rzedowski, 1979).

De acuerdo al sistema de clasificación ***Prosopis laevigata*** tiene el siguiente lugar dentro de la sistemática vegetal, citado por Rodríguez *et al.* 2014.

Nombre común: Mezquite.

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledoneas).

Subclase: Rosidae.

Orden: Fabales.

Familia: Fabaceae.

Género: ***Prosopis***.

Nombre científico: ***Prosopis laevigata*** (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst.

Sinonimias: *Acacia laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd; *Algarobia dulcis* (Kunth) Benth; *Mimosa laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Poir; *Mimosa rotundata* Sessé & Moc; *Neltuma attenuata* Britton & Rose; *Neltuma laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose; *Neltuma michoacana* Britton & Rose; *Neltuma pallescens* Britton & Rose; *Prosopis dulcis* Kunth, *Neltuma palmeri* Britton & Rose.

2.4.2 *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa*

Árbol o arbusto de 1 a 10 o hasta 20 metros de alto; espinas nodales usualmente en pares, peciolos de 5-8 o hasta 10 centímetros de longitud; pinnas un par, hojuelas de 6-15 o hasta 17 pares por pinna, ovadas, oblongas a estrechas, glabras y de 1.5 a 3 o 4.5 e incluso de 6.2 cm de longitud y de 1 a 2 o de 3 a 5 mm de ancho o de 8 a 15 veces más largas que anchas, de 7 a 18 mm de longitud, distantes entre cada hojuela. La inflorescencia es una espiga de 3 a 7 cm de longitud; pedunculadas color amarillo crema verdoso; cáliz de 1 mm de longitud; corola de 3 mm de longitud, glabra, pubescente en el interior; fruto de 10 a 20 o hasta 30 centímetros de longitud y de 4 a 9 o hasta 13 mm de ancho, ligeramente constrictas entre las semillas, cuspidada en el ápice, aplanadas o subgloboso, submoniliforme, de color amarillo vedoso a café claro; semillas de 3 a 21 o hasta 25 por fruto, (Palacios., 2006).

Nombre científico: *Prosopis glandulosa* Torr.

Nombre común: Mezquite.

Sinonimia: *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz; *P. Odorata* Torr. y Frém. (OU, 1999); *P. juliflora* (ARMC, 2001).

Familia: Mimosaceae (Leguminoseae: Mimosoideae).

Variedades: Se han diferenciado tres variedades de esta especie (ARMC, 2001), que son: *Prosopis glandulosa* Torr. var. *Glandulosa*.

Prosopis glandulosa Torr. var. *prostrata* Burkart.

Prosopis glandulosa Torr. var. *torreyana* (L. Benson) M. C. Johnston.

2.4.3 *Prosopis glandulosa* var. *Torreyana*

Descripción botánica: Mide de 7 a 12 metros de altura; en suelos arenosos crece como arbusto; presenta flores en racimos de 5 a 12 cm de largo, color amarillo-verdoso, la vaina madura es recta o ligeramente curva y aplanada, color amarillo o rojizo, de 10 a 20 cm de largo, 1 a 1.15 cm de ancho y 0.5 cm de espesor, contiene semillas ovaladas color café claro de 5 mm de ancho, 7 mm de largo y 2 mm de espesor. Las hojas tienen de 6 a 20 pares de folíolos espaciados de 8 a 16 mm de longitud. Crece bien a lo largo de los drenajes en zonas donde la lluvia es inferior a los 150 mm y persiste sobre las tierras altas, sobre áreas neutras y alcalinas donde la lluvia supera los 750 mm. Se la encuentra en alturas de 1500 m en áreas donde hay más de 200 días sin heladas. El árbol es apto para forraje de ganado y para leña. Es también una excelente fuente de néctar para abejas. Es una planta esencial para el jardín de vida silvestre del desierto. Se puede encontrar distribuida a *P. glandulosa* var. *torreyana* en Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora, San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y Yucatán (Ruiz, 2011).

2.5 USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL MEZQUITE EN MÉXICO

El mezquite representa un recurso maderable de importancia económica, ya que es utilizada para la fabricación de muebles, pisos y carbón; también se obtiene leña, brazuelos, postes para cercas, tablas, tablones, de la corteza se extraen curtientes (Osuna y Meza., 2003; Cervantes, 2005).

El aprovechamiento de productos no maderables de alto valor obtenidos del mezquite, como son: vainas, miel y goma son alternativas económicas más adecuadas con el concepto de desarrollo sostenible (López *et al.*, 2006).

En el sector apícola, el mezquite es una fuente importante de polen y néctar para la producción de miel de alta calidad. En el sur de Arizona, el valor económico de la miel y la madera utilizada como combustible y para fabricación de muebles, obtuvo ganancias

superiores en la misma superficie, que si esta se cambiará a pastizal para ganado (Osuna y Meza., 2003).

Las vainas del mezquite pueden ser aprovechadas de diferentes formas, los ganaderos las compran para alimentación de ganado lechero y para el ganado en engorda por su alto contenido proteínico (Arellano, 1996). También se pueden obtener diversos productos para consumo humano como lo es: harina, sucedáneo del café, jarabe; el aprovechamiento industrial de la vaina elaborando estos productos se realiza en la región de Piura al noroeste de Perú, donde predomina la especie *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth (López *et al.*, 2006).

En la sociedad moderna el mezquite es una planta especialmente útil; es valioso para la alimentación del ganado, ya que sus vainas son altamente nutritivas y los retoños tiernos son comidos por los bovinos y otros animales; el tronco y las ramas son aún usados como postes para cercas y como leña. La madera que tiene una gran firmeza, se emplea para fabricar pisos de parquet, la leña es catalogada como una de las mejores del mundo por su alto contenido calórico, y el carbón, goza de mucha demanda en los restaurantes en que se preparan carnes asadas, asimismo la miel proveniente del mezquite tiene gran demanda por su calidad (Maldonado y De la Garza, 2000).

2.5.1 Alimentación animal

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, etc. El ganado a menudo corta las vainas de lo más alto que pueden alcanzar y/o se comen las que se encuentran tiradas en el suelo. Las semillas tienen alta concentración de proteínas, éstas son mayormente no digeribles, y muchas de ellas pasan intactas y enteras por el tracto digestivo de los grandes mamíferos, se puede afirmar que el consumo de la vaina sin moler aporta un elevado contenido energético (aprox. 45% en azúcares), y si además se proporciona la semilla molida, se puede asimilar entre un 7 y 10% de proteínas (Argüelles y Montoya, 1991).

Las hojas del mezquite contienen grandes cantidades de nitrógeno y por lo tanto son nutritivas; sin embargo, el ganado no consume el follaje en gran cantidad (INE, 1994). En forma de harina tiene gran demanda para la ganadería estabulada o semi-estabulada con razas lecheras o de engorda como *Hereford*, *Angus*, *Aberdeen* y criollo también se suministra a otros tipos de ganado, como al porcino y caprino y con menor intensidad como es el caballo y el asno (CONAZA-INE, 1994).

2.5.2 Alimentación humana

Las vainas de *Prosopis* se han utilizado como fuente de alimento, en la mayoría de los lugares donde se desarrolla, ya que contiene un dulce y pulposo mesocarpio es considerado una de las legumbres más utilizadas como fuente alimenticia este uso del fruto del mezquite esta desde tiempos prehistóricos (Prokopiuk *et al.*, 2004).

En México, en algunos estados la vaina es consumida como fruta fresca, se obtiene una harina que se utiliza en panaderías o para elaborar dulces compactos (piloncillos de mezquite), se elabora una bebida alcohólica con la fermentación de los azúcares del fruto y también se prepara atole (Ruiz, 2011).

Los frutos de *Prosopis* se han usado como fuente de alimento, en casi todos los lugares donde existen estos árboles o arbustos (Cruz, 1999). Las vainas de muchas de las especies de *Prosopis* de América contienen un dulce y pulposo mesocarpio, y se han utilizado como alimento humano desde tiempos prehistóricos (Fagg y Stewart, 1994); de acuerdo con Felker (1981), ha sido la legumbre mucho más usada como fuente alimenticia. Restos de plantas en cuevas en el Valle Tehuacán en México muestran que vainas de mezquite (probablemente *P. laevigata*) fueron masticadas alrededor de 6500 A.C. (Smith, 1967); Felger (1977) cita evidencias de consumo prehistórico de *P. glandulosa* en el sudoeste de Texas y noreste de México (Tamaulipas). Las vainas de Mesquite (*Prosopis spp.*) jugaron un importante rol en el desierto de Sonora en Norteamérica, donde las tribus indias hacían harina y masa con la pulpa secada o tostada de las vainas maduras. Una clase de torta durable se preparaba secando la masa en forma de bolas (Meyer, 1984; Simpson y Solbrig 1977).

2.5.3 Uso medicinal

En México, se extraen de las hojas de mezquite sustancias medicinales, por ejemplo, principios de vinalina, que son usados en medicina como antimicrobianos; las hojas hervidas se utilizan para curar infecciones en los ojos, a manera de colirio; en algunos lugares se usa para curar catarros y gripes; los frutos cocidos se usan para disolver cálculos vesiculares (Lewis and Lewis, 1977; Gómez, 2008).

En otros lugares el jugo se usa en casos de cáncer, también como purgante, para dolores de estómago, escalofríos, diarrea, disentería, excrecencias, ojos, gripe, dolor de cabeza, bronquitis, inflamación, comezón, sarampión, garganta, y heridas con los extractos acuosos y alcohólicos, que son notablemente antibacterianos. (Gómez, 2008)

2.5.4 Goma

Las gomas del mezquite, pueden ser un insumo de las industrias cosmética, medicinal y alimenticia, y podrían reducir la alta demanda que tiene la goma arábiga, presentando una alternativa de uso industrial (López *et al.*, 2006).

El mezquite produce tres tipos de goma, la primera es una galactomana obtenida de sus semillas la cual posee propiedades semejantes a las gomas de algarrobo, la segunda es un exudado negro, firme, brillante y astringente, encontrándose este en grandes cantidades en las partes superiores en los cortes del tronco y la última de las gomas de color blanco o ámbar la cual aparece en formas de gotas en la corteza esta tiene una gran importancia comercial (Rodríguez *et al.*, 2014).

Tradicionalmente la goma del mezquite en el estado de Sonora, se ha colectado y comercializado en pequeña escala como golosina, pegamento y otros usos domésticos (Ruiz, 2011).

Una ventaja de las primeras es que su producción no implica cortar el árbol completo. Actualmente, la goma de las especies mencionadas se produce en el norte del país, donde se recolecta en forma empírica: sólo la exudada de forma natural, no se aplica ningún método silvícola para su producción, (Flores *et al.*, 2016)

2.5.5 Uso forestal

Los recursos forestales proporcionan una extensa variedad de bienes y servicios, tangibles e intangibles con creciente demanda de la sociedad que habita en las zonas rurales y urbanas, como es la producción de madera, leña, frutos, entre otros. En los ecosistemas semidesérticos, son pocas las alternativas de producción que pueden derivarse de las especies que se desarrollan de manera natural en condiciones de baja disponibilidad de agua (Villanueva *et al.*, 2004). En las zonas áridas y semiáridas del país, el mezquite (*Prosopis spp*) es una especie de importancia económica, social y ecológica en la región norte-centro de México. Uno de los productos más importantes del mezquite es la madera, la cual es apreciada por su resistencia y calidad para la elaboración de carbón (Meza y Osuna, 2003).

Desde un aspecto tanto económico como ecológico, el mezquite constituye un recurso forestal maderable de gran importancia para los campesinos de zonas áridas y semiáridas de México (Silbert, 1988); sin embargo, su aprovechamiento ha conducido a la degradación acelerada de las comunidades de mezquite, no sólo en la pérdida del recurso en sí, sino en el deterioro de los suelos; estos fenómenos conducen a la alteración del equilibrio ecológico de ecosistemas de zonas de mezquiales, el uso irracional de los recursos de los mezquiales afectan en gran medida a las comunidades rurales de esos sitios, sean ejidatarios, pequeños propietarios o miembros de propiedades comunales. En consecuencia, es necesario aplicar técnicas silvícolas que permitan su aprovechamiento racional y sostenible (Cervantes, 2003). Desde la antigüedad, el mezquite constituyó una fuente de obtención de diversos productos para los pobladores de las zonas áridas del norte de América (Gómez, 2008).

De acuerdo con la (CONAF, 1996). el manejo forestal es un componente importante en el aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables. Por ello, su cuidadosa ejecución es importante no sólo para garantizar la sostenibilidad de los bosques sino para la continuidad de la silvicultura. Se consideran recursos forestales no maderables a todos los productos vegetales, hongos y servicios obtenidos en los terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal, se encuentran en estado

silvestre y se obtienen por medio de la recolección, el manejo forestal involucra, además, aspectos administrativos, legales, técnicos, económicos, sociales y ambientales de la conservación y uso de los bosques, está orientado a la extracción de madera y los productos no maderables, lo que ha permitido proteger los bosques y generar ingresos que contribuyan a disminuir la pobreza y favorezcan la organización de los pobladores.

2.6 Harina a partir de la vaina de *Prosopis*.

Los mezquites fueron un alimento básico importante para los pueblos indígenas del suroeste. Las vainas eran una fuente de alimentación confiable porque la fruta se presentaba durante los años de sequía. Las vainas eran cosechadas en grandes cantidades y se guardaban en canastas de granero en los techos de las casas o en los cobertizos. Las semillas se molían como harina la cual era usada para preparar pasteles y panes, el producto básico de su dieta. Se hacían varias bebidas refrescantes de las vainas dulces. Una bebida embriagante al estilo de la cerveza se preparaba a veces al permitir que los jugos de las vainas se fermentaran. Las flores se comían crudas o tostadas, en forma de pelotas y guardadas en vasijas de barro (INE, 1994).

En la sociedad moderna el mezquite es una planta especialmente útil, valiosa para la alimentación del ganado, ya que sus vainas son altamente nutritivas y los retoños tiernos son comidos por los bovinos y otros animales; el tronco y las ramas son aún usados como postes para cercas y como leña. La madera que tiene una gran firmeza, se emplea para fabricar pisos de parque, la leña es catalogada como una de las mejores del mundo por su alto contenido calórico, y el carbón, goza de mucha demanda en los restaurantes en que se preparan carnes asadas, asimismo la miel proveniente del mezquite tiene gran demanda por su calidad (Rodríguez y Maldonado, 1996).

En lo que respecta a la alimentación humana la vaina se puede consumir también en otras maneras como fruta fresca, fruta en almíbar, pinole de mezquite, atole de mezquite, vino de mezquite, entre otras la vaina seca es triturada, lo cual da una harina que puede ser mezclada con un poco de agua y consumida inmediatamente (Galindo y García, 1986).

En el Norte de Argentina, la harina hecha de la pulpa de mezquite es conocida como patay, el cual se sigue consumiendo todavía (Escobar *et al* 2009).

La harina de vaina es rica en hidratos de carbono y proteínas de valor nutricional, provee de calcio y hierro, presenta un bajo tenor graso y buena digestibilidad. Su ausencia de gluten permite que este producto sea utilizado en elaboración de alimentos para celíacos (Aedo, 2007).

2.6.1 Producción de Harina de mezquite.

“La denominación harina, sin otro calificativo, designa exclusivamente el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo limpio. Si se trata de otros granos de cereales o de leguminosas hay que indicarlo, por ejemplo: harina de maíz, harina de cebada, entre otros. Si en la harina aparece no sólo el endospermo, sino todos los componentes del grano se llama harina integral”. (Mesas y Alegre, 2002).

Para la obtención de la harina de mezquite, se recolectan las vainas llenas y se descartan las que pudieran estar vacías, se enjuagan cada una de las vainas, en una cubeta para eliminar la tierra, insectos u otros desechos, se colocan las vainas en papel periódico para secarlas al sol durante tres o cuatro días, finalmente se procesan en una licuadora poco a poco para su molienda, hasta obtener una consistencia similar a la de la harina (Bridget, 2007).

En el estado de Coahuila los chichimecas que habitaban en la región consumían las vainas maduras, frescas y las vainas secas las molían en un mortero de piedra caliza para obtener una harina de mezquite que se almacenaba en pequeños sacos tejidos o en nopales abiertos con esta harina se elaboraba un pan el cual duraba hasta un año sin descomposición (INECC., 2017).

El polvo que se produce con las vainas secas de mezquite es utilizado para la elaboración de repostería, así como para pinole o dulces (Ríos *et al.*, 2013). Es una

harina de un sabor delicioso, con alto porcentaje de fibra, dulzona por la fructosa que lleva y que la hace muy recomendable para los diabéticos, aunque sea mezclada con otras harinas. En repostería y panadería, se puede adicionar a prácticamente cualquier mezcla en la proporción 1:3 o 1:1. Esto significa que se puede usar de un 30-50% de harina de mezquite en cada preparación. Se pueden elaborar galletas, panecillos, panes, pan cake, tortillas de harina, sopas, salsas, atoles, mezclas para empanizar, entre otros. Prácticamente cualquier preparación culinaria puede enriquecerse nutricionalmente con esta harina. Tostada, intensifica aún más su reconfortante sabor y aroma. La harina contiene lisina, un aminoácido que encontramos con poca frecuencia en otros granos. También es fuente de calcio, manganeso, hierro y zinc. Y no contiene gluten. En <http://bellasana.blogspot.com/2012/05/harina-de-mezquite-o-algarroba-blanco.html>.
Consultado el 11 de noviembre del 2018

2.6.2. Usos dietarios

La harina de mezquite molido tiene un sabor a nuez con un toque de dulzura, y se utiliza para el pan horneado, galletas y pasteles. El mezquite molido sirve como una especia para asar carne de res, cerdo, pescado y aves de corral, y como base para tés terrosos. Tal vez el uso más conocido del mezquite en la cocina sea como combustible para los fuegos de barbacoa. El humo liberado de la quema de la madera le da un sabor especiado típico a la carne, y es una de las maderas más utilizadas para este fin (INE., 1994).

2.7 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se tiene el conocimiento que la vaina de mezquite, era incluida en la dieta de diferentes etnias de las zonas desérticas y semidesérticas de México para la elaboración de panes. Así como en la alimentación del ganado bovino ya que además de ser rico en fibra cruda, es uno de los forrajeros con mayor energía bruta. Algunos estudios han demostrado un contenido superior de proteínas y minerales en comparación con las harinas de trigo comerciales (Medina *et al.*, 2013).

Lo que la convierte en un alimento con propiedades nutricionales elevadas para el consumo humano. Sin embargo, en la actualidad no es aprovechado como alimento para humanos, debido a que en general, se desconoce su alto contenido nutricional, por lo que las grandes cantidades producidas, se convierten solo en desechos. Esto impulsa a buscar opciones de aprovechamiento de la vaina, con el cual se pueda obtener un alimento sano, que mejore las condiciones nutricionales de las personas en las zonas rurales (Soto *et al.*, 2014).

Determinación de extracto etéreo.

Se utilizó el método de Soxhlet, el cual consiste en determinar las sustancias grasas totales presentes en la muestra, la determinación se realizó por el calentamiento continuo a reflujo con disolventes de baja polaridad como éter de petróleo. se pesan de dos a tres gramos de la muestra en un papel filtro de poro mediano, el cual se dobla perfectamente para formar un cartucho y ser colocado en el equipo de extracción, utilizando un matraz de fondo plano con perlas de ebullición que se ha puesto previamente a peso constante (Franco, 1990).

Determinación de fibra cruda. Se emplea como una medida del contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina, materiales indigeribles en los alimentos. Por éste método la fibra se separa del material soluble en ácidos y álcalis diluidos. Los minerales insolubles se cuantifican por calcinación y la diferencia indica el contenido de fibra cruda presente. El método de determinación de fibra cruda se fundamenta en solubilizar completamente el almidón, proteína, lignina y la mayor parte de las hemicelulosas, no afectando a las celulosas (Van de Kramer y Van Ginkel, 1952, citado por Franco, 1990).

Determinación de proteína. Se fundamenta en que la muestra se digiere con ácido sulfúrico en caliente y un agente catalítico que favorece la reacción convirtiendo el nitrógeno orgánico e inorgánico a nitrógeno amoniacal. El amonio se libera al agregar álcali y destilar la muestra por arrastre de vapor en ácido bórico; con el cual se forman los iones amonio y borato. La titulación se efectúa con un ácido estandarizado y que en forma indirecta calcula el contenido de nitrógeno (AOAC, 42.0140, citado por Franco, 1990).

2.7.1. Análisis químico proximal.

Para el aprovechamiento de la vaina de mezquite en la nutrición de vacas lecheras, toretes en corrales de engorda, en ovinos de engorda y suplementación de cabras lecheras estabuladas y la construcción de bloques nutricionales como complemento para hacer raciones para la nutrición de rumiantes y aves en pastoreo, como gallinas en pastoreo para la producción de huevo orgánico, pollos en pastoreo y pavos en pastoreos, con el fin de efectuar una nutrición balanceada con base al recurso no maderable que es la vaina de mezquite y la elaboración de bloques nutricionales (FAO, 1980).

Cuadro 3. Composición química.

Parte	Proteína en (g)	Grasa en (g)	Carbón en (g)	Fibra en (g)	Cenizas en (g)	Ca en (mg)	P en (mg)
Flor	21.0	3.2	65.8	15.5	10.0	1,310	400
Hojas	19.0	2.9	69.6	21.6	8.5	2,080	220
Frutos	13.9	3.0	78.3	27.7	4.8	-----	-----
Semillas	65.2	7.8	21.8	2.8	5.2	-----	-----

Fuente: (FAO, 1980.)

Cuadro 4. Composición en porcentaje de frutos de *P.juliflora* y harina sobre peso seco.

Componentes	Frutos	Harina
Humedad	12.2	9.7
Proteínas	12.4	21.8
Lípidos	1.3	5.2
Fibras	22.0	19.2
Cenizas	3.2	3.3
Carbohidratos	48.9	40.8

Fuente: (Negreiros, 1992).

Existen entre 16 000 y 19 000 especies de leguminosas, las cuales se dividen en unos 750 géneros. Los cultivos leguminosos registran alto contenido de proteínas, desde 20% en el caso del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) hasta 45% en el caso del tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*). Además, esas proteínas tienen una calidad similar a las del huevo

cuando son consumidas en asociación balanceada con cereales. En razón de ello, la combinación de leguminosas y cereales en la alimentación humana ofrece una dieta muy equilibrada. Pues las leguminosas son ricas en lisina, un aminoácido esencial para la formación del colágeno que constituye a los cartílagos y tejidos conectivos, (Benites., 2016).

Cuadro 5. Composición de aminoácidos esenciales de harina y frutos de *P.juliflora*

Aminoácidos	Harina de frutos	Total en frutos
Isoleucina	3.07	3.56
Leucina	6.67	7.86
Lisina	3.75	5.04
Met + Cist.	2.64	4.73
Fen + Tir	6.72	7.21
Treonina	2.95	3.03
Triptófano	ND	2.23
Valina	3.75	5.85
Histidina	2.92	2.00
Arginina	10.85	-----

Fuente: (Negreiros, 1992).

2.7.2 Contenido de humedad

La humedad se considera como la pérdida de masa de agua que sufre un material cuando se calienta a temperatura cercana al punto de ebullición del agua, durante un tiempo seleccionado o bien hasta que dos pesadas sucesivas difieran en 3 mg (Romero, 1995).

El contenido de humedad que un vegetal tiene, es muy importante pues, aunque constituye poco como elemento nutritivo, actúa de manera directa en el metabolismo básico e interviene en la mayoría de los procesos celulares de las plantas. Una disminución, puede inhibir temporalmente la fotosíntesis, así como otros procesos (Devlin, 1980).

2.7.3. Cenizas

Los compuestos orgánicos al calcinarse forman óxidos de carbono y nitrógeno, los cuales junto con el agua se volatilizan. El residuo se compone de minerales que generalmente son óxidos, sulfatos, silicatos y cloruros de Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc y Aluminio. Su proporción está en función de la muestra (AOAC, 143.006, 1984, citado por Franco, 1990).

2.7.4. Determinación de fibra cruda

Se emplea como una medida del contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina, materiales indigeribles en los alimentos. Por éste método la fibra se separa del material soluble en ácidos y álcalis diluidos. Los minerales insolubles se cuantifican por calcinación y la diferencia indica el contenido de fibra cruda presente. El método de determinación de fibra cruda se fundamenta en solubilizar completamente el almidón, proteína, lignina y la mayor parte de las hemicelulosas, no afectando a las celulosas (Van de Kramer y Van Ginkel, 1952, citado por Franco, 1990).

2.7.5. Proteínas

Se fundamenta en que la muestra se digiere con ácido sulfúrico en caliente y un agente catalítico que favorece la reacción convirtiendo el nitrógeno orgánico e inorgánico a nitrógeno amoniacal. El amonio se libera al agregar álcali y destilar la muestra por arrastre de vapor en ácido bórico; con el cual se forman los iones amonio y borato. La titulación se efectúa con un ácido estandarizado y que en forma indirecta calcula el contenido de nitrógeno (AOAC, 42.0140, citado por Franco, 1990).

2.7.6. Carbohidratos

Todos los azúcares, incluyendo los polisacáridos se deshidratan con ácido sulfúrico concentrado formando furfurales (salvado) o algunos de sus derivados, los que a su vez se condensan con fenoles (ácido fénico) presentes en la mezcla de reacción, para dar compuestos de coloración naranja amarillento cuya intensidad se mide espectrofotométricamente (Franco, 1990).

2.7.7. Minerales

Los minerales, que frecuentemente se presentan como óxidos o carbonatos en la mayoría de los vegetales son: N, K, Ca, Mg, Fe, Al, Si, S y P. Principalmente Ca y Mg en forma de carbonatos y silicatos, en menor proporción Fe, Mo, Mn, Cu, Zn y B, actúan en algunos casos como componentes estructurales y en procesos metabólicos. Se denotan como incrustaciones en numerosas paredes celulares y también el protoplasma y vacuola de la célula en forma de cristales. En este caso, presentan un ligero decremento con la maduración, ya que los que no forman parte estructural, son transformados (Florencia, 1991).

2.8 MANEJO SUSTENTABLE DEL MEZQUITE

2.8.1. Sustentabilidad del ecosistema

El mezquite forma parte del equilibrio ecológico de los desiertos mexicanos, ya que cuenta con un sistema de raíces profundas, que participan en la conservación del suelo y del agua. Además, por ser una leguminosa contribuye a fijar el nitrógeno en el suelo. Las larvas de lepidópteros que se alimentan desde afuera utilizan también las vainas delicadas, inmaduras. La edad de la vaina, por otra parte, no es tan importante para la mayoría de los que se alimentan desde adentro, ya que la mayoría come la semilla y ésta es a menudo tierna. Para los que comen desde adentro, el poder entrar en la vaina y en la semilla es el paso más crucial, por lo menos para los que han sido más estudiados, o sea, los gorgojos brúcidos (Rodríguez *et al.*, 2014).

Éstos son árboles ya crecidos forman una copa que crea un microclima que favorece la sobrevivencia de las plántulas. En la temperatura del suelo disminuye significativamente, es un espacio menos seco y además los restos de las hojas incrementan la cantidad de materia orgánica del suelo, estas condiciones favorecen el desarrollo de las plántulas que emergen de las semillas dispersas a través de las heces de las aves (INIFAP, 2007). El mezquite es entonces un elemento importante para la sostenibilidad del estrato arbustivo del desierto lagunero, al ser alimento, habitual, promotor de la sucesión edáfica y ecológica de la zona árida. Por lo tanto, se convierte en un modelo que se puede

aplicar a la sostenibilidad humana, a partir de sus múltiples usos, como es el caso del aprovechamiento de la harina de sus vainas, (Rodríguez *et al.*, 2014).

2.8.2. El agroecosistema del mezquite.

A partir de su manejo forestal maderable como uso principal para el mezquite regional Villanueva, 2004, sugiere ante la devastación del recurso un manejo integral, lo que vislumbra una entrada a la propuesta campesina de una huerta de mezquite, similar a las huertas de nogales regionales (Blanco, 2016).

La producción de madera es ahora un aprovechamiento más, ya que se aprovecha el néctar de las flores para producir miel de abeja, las vainas son cosechadas y tratadas para alimento humano además de ser forrajes, y los servicios ambientales, esperan a ser reconocidos por su importancia para retribuir a sus legítimos dueños, la conservación de los mezquiales ya sea naturales, de terrenos enmontados o a partir de plantaciones forestales (Blanco, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Recolección de vainas y su tratamiento.

La recolección se realizó en la pequeña propiedad “Los Whiles” localizada en las coordenadas 25° 40′ 58” de latitud norte y 102° 54′ 52” de longitud oeste, en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, cuyo territorio varía en altitud de los 1090 hasta 2800 msnm. Colinda al norte con el municipio de cuatro Ciénegas: al este con los municipios de parras, al sur con los municipios de Viesca y Matamoros al oeste con el municipio de Francisco I. Madero (INEGI, 2009).

3.1.1 Cosecha

Se llevó a cabo a mano cortando las vainas directamente del árbol seleccionando las que no tuvieran daño (Reyes *et al.*, 2017). Se colectó en la segunda y tercera semanas de junio del 2017, considerando la maduración y caída de la vaina, (Ramírez y Villanueva, 1998). A partir de las dos especies de mezquites, (*Prosopis laevigata* y *P. glandulosa*), identificadas en el predio. Esto se realizó cuidando que no cayeran al piso, evitando contaminación y especies herbívoras que pudiesen dañarlas, pues se quiere un producto con calidad alimenticia para el ser humano (Ruiz, 2011).

3.1.2 Lavado, secado y separación de muestras.

Recolectada la vaina, se llevó al Laboratorio de Agroecología de la UAAAN, para lavarlas y dejarlas en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 10 min., esto para evitar microorganismos, después se enjuagaron y se secaron al sol en una lona nueva, por 12 horas, o durante una semana (Ríos *et al.*, 2011) El proceso de secado se llevo a cabo por el método descrito por la norma: NMX-F-083-1986.

Las muestras se separaron en dos grupos de acuerdo a las especies, (*P. laevigata* y *P. glandulosa*), considerando sus diferentes coloraciones, roja, blanca e intermedia (pinta), en general las vainas más carnosas o gruesas corresponden a *P. glandulosa* y las delgadas a *P. laevigata*.

3.1.3 Almacenado

El almacenamiento se llevó a cabo en bolsas de papel canela, después las colocamos en una caja de cartón, para evitar que se humedezcan en el cartón se puso una pastilla de paradiclorobenceno en forma de repelente para polillas. Se revisaron periódicamente y se jugó con temperaturas de congelación para evitar la presencia de insectos, a 0° en un refrigerador común.

Las semillas son ortodoxas (Hong *and* *Ellisl.*, 1996), este tipo de semillas puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas $\leq 0^{\circ}\text{C}$; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Aunque generalmente las semillas ortodoxas presentan algún periodo de reposos (Arriaga y Vargas.,1994).

3.2 Producción de harina

De acuerdo con (Soto *et al.*, 2014), la producción de harina de mezquite inicia con la colecta de la vaina desde el árbol y para fines de alimentación humana, es necesario lavar los frutos con agua limpia y apta para retirar la tierra, polvo u otras materias extrañas; posteriormente, se desinfecta con cloro a una concentración de 25 ppm. En seguida se deshidratan o secan las vainas a 65°C por 1 hora, para lograr la concentración de los azúcares existentes, luego se deja reposar hasta que se enfría y sale todo el vapor; en seguida se pasa al molino, y después por una malla de 0.5 mm para separar las fibras y cascaras, si se muele la semilla, se obtiene una harina más nutritiva.

Siguiendo este procedimiento, con ligeras variaciones ya descritas, se cuantificó la producción de harina para cada una de las especies y tipos de vainas consideradas en este estudio, (dos especies por tres variantes en coloración) por medio de una licuadora común y en molino de laboratorio.

Las vainas fueron molidas en un molino de la marca NIXTAMATIC después en otro molino más chico Wiley mini, modelo S55PZE-7831 (Thomas Scientific®) con criba de .05 mm.

3.3 Análisis bromatológico.

Para el análisis bromatológico acudimos al Laboratorio de bromatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), iniciando por la determinación de la Materia Seca (MS) con el registro previo del peso inicial de las vainas, se dejaron secar en una Estufa a temperatura de 105°C por 24 horas para estandarizar un peso constante.

Para cada una de las muestras se determinó por duplicado el contenido de las siguientes pruebas: cenizas (CC), la fibra y proteína crudas (FC y PC); al igual que grasas (G), todo esto utilizando el procedimiento micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). Mientras que, para determinar la fracción fibrosa, se realizó un análisis de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), aplicando el procedimiento descrito por Van Soest *et al.*, (1991).

El contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) y los diferentes tipos de energía digestible(ED), metabolizable (EM), neta de mantenimiento (ENm) y neta de ganancia (ENg), así como el porcentaje de digestibilidad de la materia seca (DMS) y materia orgánica (DMO), se determinaron utilizando las ecuaciones recomendadas por Pérez *et al.*, (2015).

La fórmula (1) se utilizó para las determinaciones de: materia seca, fibra de detergente ácido, fibra con detergente neutro, cenizas y grasas. En tanto que la otra fórmula (2) se utilizó para la determinación de proteína.

Formula 1

$$\frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{(Gramo de muestra)}} \times 100$$

Para porcentaje de (Proteína)

Formula 2

$$\% N = \frac{\text{ml} \times N \times 14}{\text{(Gramos de muestra} \times 10)} \quad \%N = \quad \times 6.25 =$$

3.3.1. Contenido de materia seca.

El contenido de humedad se determinó, según las Normas del ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semilla), por la pérdida de peso de una muestra colocada en un recipiente cilíndrico plano y desecada en estufa a 105°C (Besnier, 1989).

Determinación de humedad. La humedad se considera como la pérdida de masa de agua que sufre un material cuando se calienta a temperatura cercana al punto de ebullición del agua, durante un tiempo seleccionado o bien hasta que dos pesadas sucesivas difieran en 3 mg (Romero, 1995)

3.3.2 fibra detergente ácido y detergente neutro

Los sistemas tradicionales para determinar el contenido de fibra en alimentos han sido el análisis proximal (método Weende) y el método de los detergentes de Van Soest (Van Soest *et al.*, 1994).

Determinación de componentes de la pared celular de acuerdo con el método de Van Soest. La muestra, en su caso desengrasada, con un peso inicial P0, se trata sucesivamente con Soluciones Neutro Detergente (EDTA, Sulfito Sódico, Amilasa y otros a pH=7,0 y ebullición durante 1 hora. Secado y Pesado (P1). Obtención de Fibra neutro detergente.

El residuo se trata con: Solución Ácido Detergente (ácido sulfúrico 0,5M y Cetiltrimetil amonio) y ebullición durante 1 hora. Secado y Pesado (P2). Obtención de fibra ácido detergente.

Sobre este residuo, se hace un tratamiento con: Solución Ácido Sulfúrico 72%, 3 horas a temperatura ambiente. Secado, pesado (P3) y calcinado (P4).

3.3.3 contenido de cenizas

La determinación del contenido en cenizas consiste en la oxidación de toda la materia orgánica contenida en la muestra, sometiendo a ésta a una combustión en un horno a 600 °C durante 2 horas, hasta conseguir una ceniza blanquecina (AOAC, 1990). Recordar que las cenizas NO aportan energía y pueden ser un indicador de contaminación con tierra.

3.3.4 contenido de proteína

Los contenidos de nitrógeno totales de una muestra de alimento son generalmente determinados usando alguna variante del método kjeldhal (Cherney, 2000).

Alternativamente se puede realizar una combustión total en un autoanalizador (AOAC,1990). El principio básico para estimar el contenido de proteína de una muestra a partir del contenido de N total es que la proteína total contiene un 16 % de N. Sin embargo, esto no es siempre así, por lo que cherney en 2000 sugirió la inclusión de un factor de corrección para el contenido de N en la determinación de proteína cruda.

Así planteado, el análisis de proteína cruda es inadecuado para describir la calidad de la proteína (Van Soest, 1994; Cherney, 2000). De acuerdo con Broderick en 1994 y Beever y Mould en 2000, el análisis de la fracción proteica de un alimento debería describir el grado de contribución de esa proteína a la formación de proteína microbiana y a la calidad de proteína dietaría que escapa a la degradación. Existen diversos métodos de fraccionamiento de la proteína dietaría, tales como los descritos por (Sniffen *et al.*, 1992) (Licitra, et al 1996), los cuales han sido discutidos por Givens en 2000, a donde se refiere al lector para su más detallada explicación.

3.3.5 contenido de grasa

La extracción con éter dietílico disuelve grasas, aceites, pigmentos y otras sustancias liposolubles (AOAC, 1990). El éter es a continuación evaporado de la solución y el residuo resultante adherido a las paredes del recipiente, es pesado. Las muestras deben estar libres de agua para evitar la coextracción de componentes hidrosolubles en la muestra, como carbohidratos, urea, ácido láctico, glicerol, entre otros. En el supuesto que la muestra contenga importantes cantidades de agua, debe desecarse previamente. Se desaconseja el uso de éter de petróleo ya que no disuelve todo el material liposoluble.

3.4 Diseño del experimento

Se utilizaron dos especies de *Prosopis*, las cuales fueron de *P. glandulosa* y *P. laevigata* con tres tipos de colores observables, las que se nombraron como blanca, pinta y roja. Por lo cual tuvimos un total de seis muestras que fueron seleccionadas completamente al

azar y analizadas estadísticamente por comparación de medias y/o ANOVA, mientras que la significancia se analizó por la prueba de Tukey.

Variables a medir

- a. Cantidad de harina producida por especie y color por dos métodos de molienda
- b. Análisis proximal. materia seca, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, cenizas, proteínas y grasa.

Para los parámetros bromatológicos se utilizó un diseño vi factorial completamente al azar con una comparación de medias con la prueba de Tukey, para fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, cenizas, proteína y grasa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Producción o cosecha de vaina

En la recolección de vaina que se realizó a finales de mayo y la primera semana de junio del 2017 se juntó un promedio de 5 kilogramos por árbol, de tres coloraciones para cada especie haciendo un total de 6 árboles y unos 30 Kg. de vainas. Esta producción es relativamente baja, si consideramos el promedio de 7Kg/ árbol mencionado por Solís, 2015. Sin embargo, un árbol puede producir desde 1.5 hasta 20 kg.

4.2 Producción de harina de mezquite.

Se cuantificó en dos formas, primero a partir de lo realizado por Soto, *et al.*, 2014, donde la molienda simple se llevó a cabo en una licuadora obteniendo un 70.16% de harina, en promedio. En el cuadro 6 se muestran los resultados para cada muestra y árbol, obtenidos por este método, así mismo, se presentan en dicho cuadro, los porcentajes de obtención de harina más fina en un molino para el análisis proximal, lo que ofrece un rendimiento un poco más elevado para todas las muestras los cuales aumenta un 12 % mas es decir se está produciendo el 82 % de harina.

Cuadro 6. Cuantificación de la harina extraída por dos tratamientos.

Especie	Color	% de Harina en licuadora	% de Harina en molino
<i>P. Glandulosa</i>	Blanca	69	79.6
	Pinta	67.4	84.44
	Roja	70.5	86.23
	Total	68.96	83.42
Especie	Color	% de Harina en licuadora	% de Harina en molino
<i>P. Laevigata</i>	Blanca	68.9	81.166
	Pinta	71.2	85.394
	Roja	74	77.897
	Total	71.36	81.485

Al someter los resultados a una comparación de medias con la prueba de Tukey, se determina el grado de significancia, encontrando que la diferencia es mínima y no hay diferencia significativa. Figura 1.

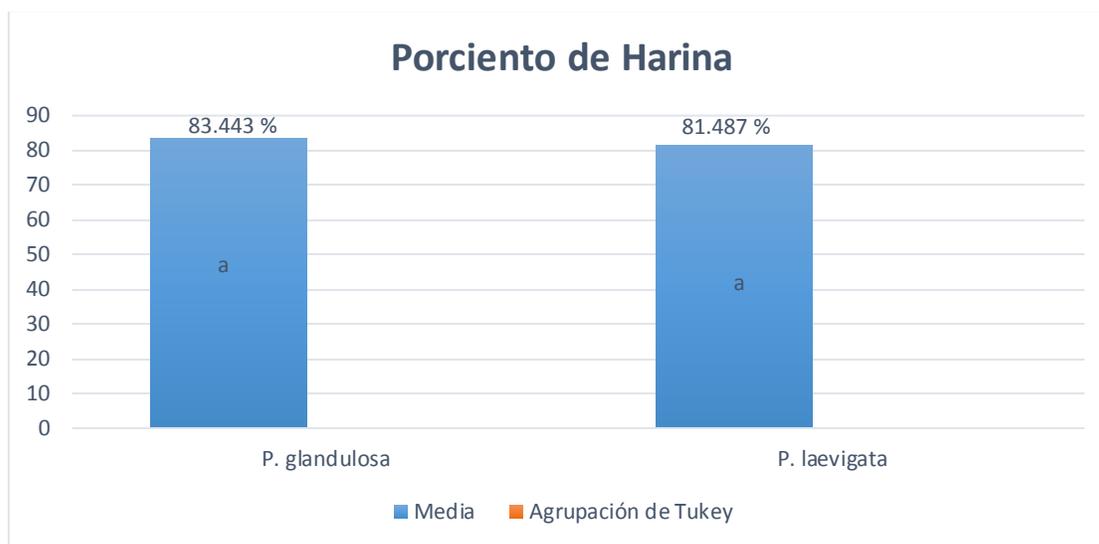


Figura 1. Producción de harina y comparación de medias con la prueba de Tukey.

Por otra parte, Sciammaro *et al.*, 2015. Establecen que en la molienda doméstica con un molinillo moulinex, se obtuvo un 60% de harina fina, lo que es la base para los resultados aquí obtenidos, ya que no se discriminó la harina por su finura solo se cuantifica el porcentaje total producido.

4.3 Análisis bromatológico

Los análisis nutricionales se llevaron a cabo en el laboratorio de bromatología de la UAAAN U.L. donde se realizaron las pruebas de Materia seca, fibra detergente neutro y detergente ácido, cenizas, proteínas y grasas. Para el análisis de los parámetros se utilizó un diseño *vi* factorial completamente al azar con una comparación de medias en base a la prueba de Tukey.

4.3.1 Materia seca

Se procesaron muestras de 100 g de cada tipo de vaina, para retirar la humedad, obteniendo la materia seca para ello se obtuvieron dos resultados, el primero por color para la variedad de *P. glandulosa* y la segunda para las vainas de *P. laevigata* a partir del secado de las muestras.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla para cada especie y tipo de color de vaina así mismo se puede ver en el cuadro 7 que en peso seco que hay una ligera diferencia.

Cuadro 7. Materia seca de las dos variedades en tres colores.

<i>P. glandulosa</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de peso seco
Blanca	30.967	124.716	0.9368	93.680
Pinta	30.817	126.846	0.9597	95.9742
Roja	29.926	121.385	0.9145	91.456
		Total	0.937	93.7
<i>P. Laevigata</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de peso seco
Blanca	31.423	120.590	0.8902	89.0298
Pinta	34.842	127.769	0.9291	92.916
Roja	33.219	125.244	0.9202	92.0213
		Total	0.9131	91.316

Lo que muestra en la comparación de medias con la prueba de Tukey, es que las dos variedades no presentaron diferencia ya que se observan con las mismas letras (a, a) como se muestra en la figura 2.

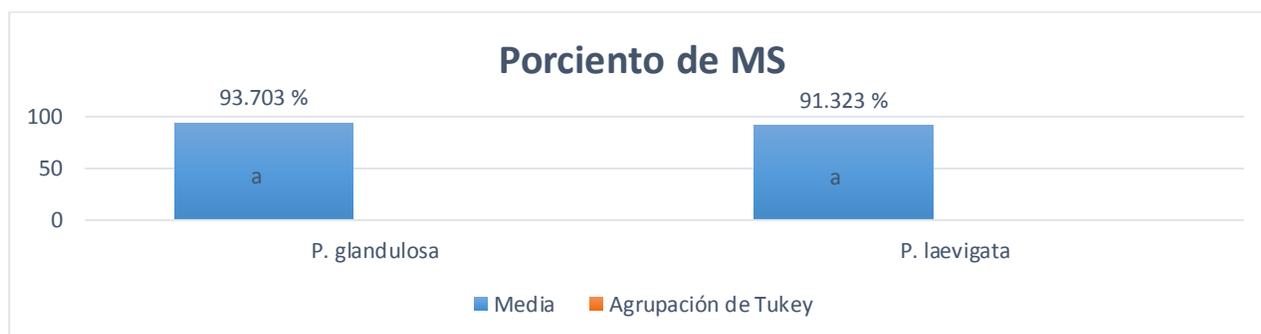


Figura 2. Porcentaje de materia seca con una comparación de medias con la prueba de Tukey.

De acuerdo con Armijo-Nájera *et al.*, 2019, el contenido de materia seca fue más alto en este experimento, ya que los valores por ellos obtenidos fueron de 87.83% y 85.27% para vainas tiernas y maduras respectivamente en tanto que los promedios aquí obtenidos se encuentran en 93.70% para *P. glandulosa* y 91.32% para *P. laevigata*.

4.3.2 Fibras detergente ácido y detergente neutro

Para la obtención de FDA se procesaron muestras de 0.5g de cada una de las muestras de las dos especies y sus variaciones en color. Obteniéndose los resultados que se presentan en el cuadro 8, pudiéndose observar que hay diferencia significativa, como se muestra más adelante.

Cuadro 8. Fibra detergente ácido.

<i>P. glandulosa</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de fibras
Blanca	1.4565	1.62	0.327	32.7
Pinta	1.109	1.27	0.322	32.2
Roja	1.282	1.467	0.37	37
		Promedios	0.339	33.96
<i>P. laevigata</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de Fibras
Blanca	1.4225	1.601	0.357	35.7
Pinta	1.119	1.286	0.334	33.4
Roja	1.286	1.4645	0.357	35.7
		Promedios	0.349	34.93

También se procedió a hacer una comparación de medias con la prueba de Tukey y el resultado se muestra en la figura 3, donde se puede observar que no hay diferencia significativa en ninguna de las dos variedades.

Con respecto a otros autores, el resultado de FDA obtenido es un poco elevado ya que Armijo *et al.*, 2019 reportan 28.501% y 30.918%, mientras que Sciammaro., 2015 en *P. alba* obtienen un 31% de FDA. Pero se considera dentro el rango en torno al 30% en general.

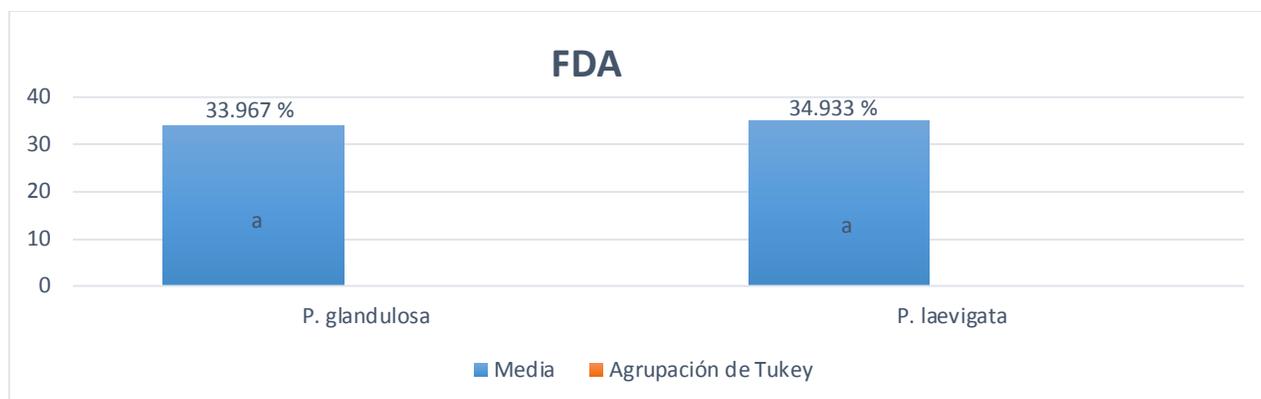


Figura 3. Fibra con detergente acida con una comparación de medias con la prueba de Tukey.

Para la obtención de FDN se llevó a cabo la misma metodología para variedades en color de *P. glandulosa* y *P. laevigata* esto para observar si existen diferencias en este parámetro a causa de dichas variaciones. Este se puede observar en el cuadro 9.

Cuadro 9. Fibra detergente neutro.

<i>P. glandulosa</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de Fibras
Blanca	1.332	1.649	0.634	63.4
Pinta	1.2045	1.559	0.709	70.9
Roja	1.46	1.867	0.814	81.4
		Total	0.719	71.9
<i>P. laevigata</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	resultados	% de Fibras
Blanca	1.290	1.688	0.796	79.6
Pinta	1.3	1.652	0.704	70.4
Roja	1.264	1.559	0.59	59
		Total	0.696	69.66

Al llevar a cabo el análisis de comparación de medias con la prueba de Tukey, se observó que no existe diferencia significativa en cuanto a FDN para especies ni entre sus variaciones en color. Observándose las dos letras iguales tal como se muestra en la siguiente figura.

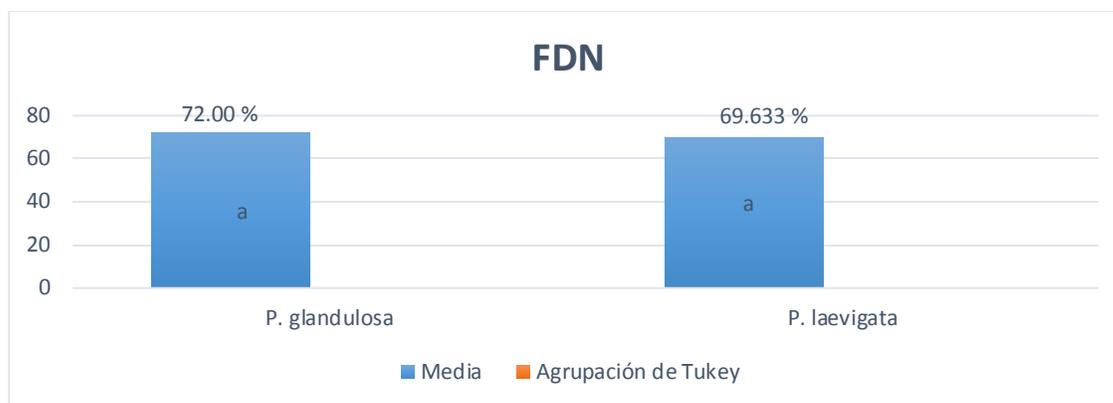


Figura 4. Fibra detergente neutro y comparación de medias con la prueba de Tukey.

Sin embargo, este parámetro es muy elevado con respecto a los obtenidos por otros autores, por ejemplo, Armijo., 2019, en vainas tiernas y maduras obtuvo 40.589 % y 43.9 % de FDN respectivamente, mientras que Sciammaro., 2015 en *P. alba* reporta 62.7 % de FDN para esta especie. Con este último dato, es consistente el resultado aquí obtenido.

4.3.3 Cenizas

Para el caso de las cenizas, se tomó una muestra de 0,2g y siguiendo la metodología, se observa en los resultados que no hay diferencias significativas entre las coloraciones, sin embargo, si es diferente para las especies. (*P. glandulosa* y *P. laevigata*). Como se muestra más adelante en la figura 5.

Cuadro 10. Cenizas en colores.

<i>P. glandulosa</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de cenizas
Blanca	30.132	30.209	0.0385	3.85
Pinta	24.398	24.460	0.031	3.1
Roja	28.168	28.234	0.033	3.3
		Promedios	0.0341	3.41
<i>P. laevigata</i>	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de cenizas
Blanca	32.685	32.755	0.035	3.5
Pinta	20.407	20.483	0.038	3.8
Roja	17.916	17.985	0.0345	3.45
		Promedios	0.0358	3.58

Al realizar el análisis por comparación de medias con la prueba de Tukey, el resultado que se obtiene se presenta en la figura siguiente, y podemos observar que para cenizas si hay diferencia significativa entre las especies de *P. Glandulosa* y *P. laevigata* como se observa por la diferencia entre literales.

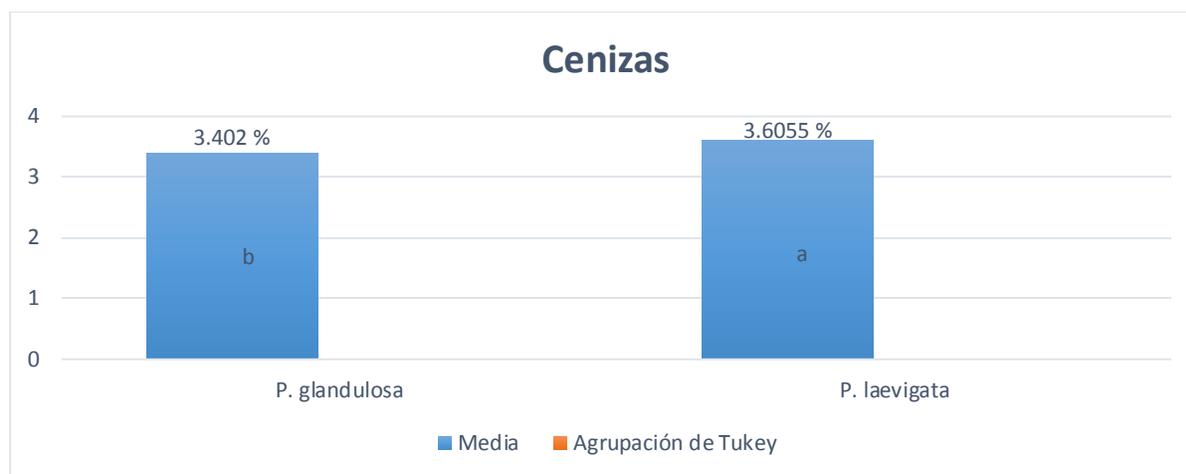


Figura 5. Cenizas con una comparación de medias con la prueba de Tukey.

Esta medición también se ubica dentro de los rangos con respecto a los autores, Boeri *et al.*, 2017, el resultado de cenizas obtenido es 3.33 % ya que Armijo *et al.*, 2019, en vainas tiernas y maduras reporta 3.78% y 4.1125%.

4.3.4 Proteína

Para la obtención de proteína se realizó la aplicación de la fórmula para cada una de las coloraciones y especies de mezquites o vainas. Como se puede observar en seguida.

Proteína de la especie *P. glandulosa*

Blanca

$$\% N = \frac{\text{ml} \times N \times 14}{\text{g} \times 10}$$

$$\text{. g} \times 10$$

$$\% N = \frac{(2.4) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 1.68$$

$$(.1) (10)$$

$$\% N = \quad \times 6.25 =$$

$$\% N = 1.68 \times 6.25 = 10.5$$

$$10.5 + 10.5 = 21$$

$$21/2 = 10.5$$

$$\frac{\% N = (2.4) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 1.68 \quad \%N = 1.68 \times 6.25 = 10.5$$

Pinta

$$\frac{\% N = (2.2) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 1.54 \quad \%N = 1.54 \times 6.25 = 9.62$$

$$\frac{\% N = (2) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 1.4 \quad \%N = 1.4 \times 6.25 = 8.75$$

$$9.62 + 8.75 = 18.36$$

$$18.36/2 = 9.18$$

Roja

$$\frac{\% N = (2) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 1.4 \quad \%N = 1.4 \times 6.25 = 8.75$$

$$\frac{\% N = (1.9) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 1.33 \quad \%N = 1.33 \times 6.25 = 8.31$$

$$8.75 + 8.31 = 17.06$$

$$17.06/2 = 8.53$$

Promedio para *P. glandulosa*

$$10.5 + 9.18 + 8.53 = 28.21$$

$$28.21/3 = 9.40 \text{ de proteína}$$

Proteína de la especie *P. laevigata*

Blanca

$$\frac{\% N = \text{ml} \times N \times 14}{. \text{g} \times 10} \quad \%N = \quad \times 6.25 =$$

$$\frac{\% N = (3) (0.05) (14)}{(.1) (10)} = 2.1 \quad \%N = 2.1 \times 6.25 = 13.12$$

$$13.12 + 13.12 = 26.24$$

$$26.24/2 = 13.12$$

$$\frac{\% N = (3) (0.05) (14) = 2.1}{(.1) (10)}$$

$$\%N = 2.1 \times 6.25 = 13.12$$

Pinta

$$\frac{\% N = (2.5) (0.05) (14) = 1.75}{(.1) (10)}$$

$$\%N = 1.75 \times 6.25 = 10.93$$

$$10.93 + 9.18 = 20.11$$

(.1) (10)

$$20.11 / 2 = 10.05$$

$$\frac{\% N = (2.1) (0.05) (14) = 1.47}{(.1) (10)}$$

$$\%N = 1.47 \times 6.25 = 9.18$$

(.1) (10)

Roja

$$\frac{\% N = (2) (0.05) (14) = 1.4}{(.1) (10)}$$

$$\%N = 1.4 \times 6.25 = 8.75$$

$$8.75 + 10.5 = 19.25$$

(.1) (10)

$$19.25 / 2 = 9.62$$

$$\frac{\% N = (2.4) (0.05) (14) = 1.68}{(.1) (10)}$$

$$\%N = 1.68 \times 6.25 = 10.5$$

(.1) (10)

Promedio para *P. laevigata*

$$13.12 + 10.5 + 9.62 = 33.24$$

$$33.24 / 3 = 11.08 \% \text{ de proteína}$$

En la siguiente figura se agrupa mediante la prueba de Tukey la cuantificación de proteínas presentes en las vainas de ambas especies. Se observa que si hay una diferencia significativa entre las dos especies. Como puede observarse. Fig. 6.

Los rangos de proteína establecidos para *Prosopis spp*, van de 10.2% a 12.05% de acuerdo a Armijo *et al.*, 2019. Mientras que Boeri *et al.*, 2017. Es 10.2 % por lo tanto esta entre las mediciones aceptables para la vaina de *Prosopis* regionales.

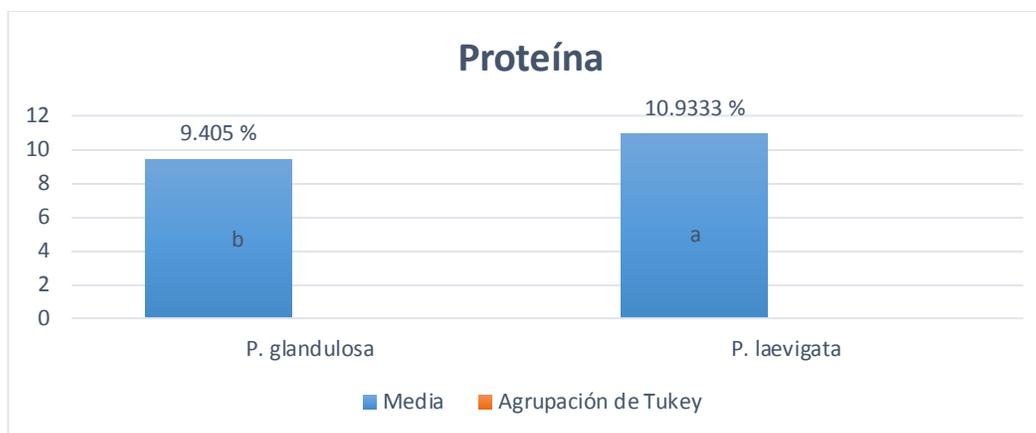


Figura 6. Proteína con una comparación de medias con la prueba de Tukey.

4.3.5 Grasa

Para la obtención de grasa se tomó una muestra de 0.5g para cada especie y tipo de color de vainas. Los resultados se muestran inicialmente en la siguiente tabla, en la cual se observa que los datos para *P. laevigata* son ligeramente más bajos, lo cual se demuestra en la comparación de medias, presentándose una diferencia significativa, entre ambas especies.

Cuadro 11. Porcentaje de grasa.

P. Glandulosa	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de Grasas
Blanca	69.052	69.079	0.054	5.4
Pinta	66.937	66.978	0.082	8.2
Roja	68.776	68.803	0.054	5.4
		Promedios	0.063	6.33
P. Laevigata	Peso inicial en (g)	Peso final en (g)	Resultados	% de Grasas
Blanca	68.793	68.806	0.026	2.6
Pinta	69.060	69.071	0.022	2.2
Roja	68.793	68.811	0.036	3.6
		Promedios	0.028	2.8

En la siguiente figura se observa la cuantificación de grasa para las especies analizadas donde es evidente que la especie de *P. glandulosa* es significativamente alta en este parámetro, con respecto a *P. laevigata* por lo se muestra que hay diferencia significativa.

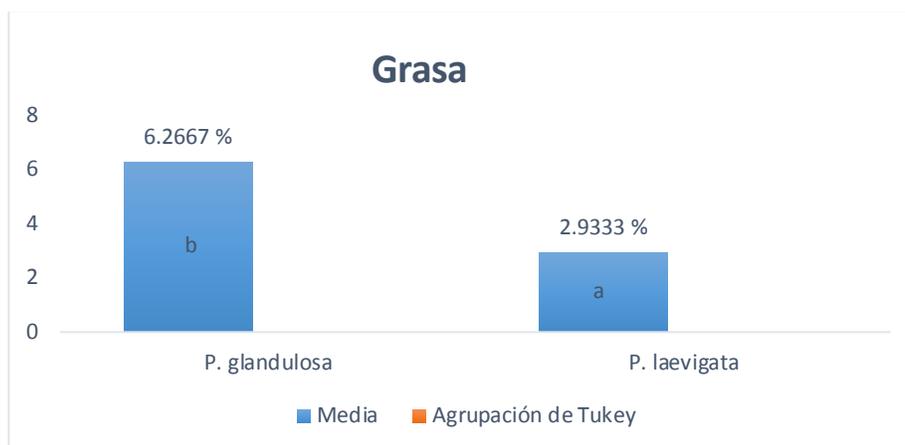


Figura 7. Grasa con una comparación de media con la prueba de Tukey.

Sin embargo, este parámetro es muy elevado con respecto a los obtenidos por otros autores, por ejemplo, Armijo, 2019. en vainas tiernas y maduras obtuvo 0.0635% y 0.07 % de grasa mientras que, Sciammaro *et al.*, 2015 en **P. alba** reporta 1.5 % de grasa.

Este es otra medición que contrasta que no solo entre las especies evaluadas sino con los registros de otras especies por lo que aún hay que investigar los factores que determina esta variabilidad. De inicio podemos pensar que, al ser las vainas de **P. glandulosa** más gruesas, acumulan más lípidos y ello hace la diferencia, pero esto aún deberá ser probado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo se determina que con el aprovechamiento que se le está dando al árbol de mezquite cada vez va aumentando, por los diferentes beneficios y propiedades que se han podido revisar en los artículos y trabajos que sobre el tema se siguen publicando.

La variación dentro de los rangos establecidos permite observar la estabilidad y adaptación de las diferentes especies a los territorios específicos, lo que es relevante para la comprensión de los sistemas antes de mover las especies de sus sitios nativos a los que se han adaptado por miles de años.

Se pudo observar que dependiendo de la variedad de los árboles estos dan diferentes tipos de vainas las cuales se diferenciaban tanto por el color, peso, cantidad de valor proteico, fibra, grasas, entre otros parámetros, por ello la importancia de hacer un uso y aprovechamiento de los recursos naturales que se encuentran en la región, apoyando la diversidad del ecosistema y fomentando el uso de las vainas tanto para la alimentación humana y ganadera ya que en los resultados mostrados de la bromatología de las vainas de las dos variedades de *Prosopis* estas aportan mayores contenidos de proteína cruda a muy bajo costo. Por otra parte, la recolección de vainas, la molienda, la calidad y procesos de comercialización de las harinas, así como sus derivados, son una empresa por desarrollar, toda vez que se están promoviendo cada vez más los productos naturales, nutraceútico y de producciones orgánicas, frente a la ola de alimentos que intoxican y provocan obesidad.

Finalmente, el agroecosistema que se construye en relación a este producto alimenticio, debe ser de manejo integrado, desde el aspecto forestal, el aspecto agrícola de la reproducción y desarrollo de mezquiales o huertas y el aspecto pecuario de las floraciones con la *Apis mellífera*. Todo ello en un aprovechamiento sostenible del territorio.

VI. REFERENCIAS.

- Aedo, R. 2007. Factibilidad técnico-económica de generar productos alimenticios a partir del fruto de Algarrobo chileno (*Prosopis chilensis* Mol. Stuntz) para la alimentación humana o animal. Tesis facultad de ciencias agrarias escuela de agronomía. Universidad Austral de Chile. p:54-63.
- Agriculture & Resource Management Council of Australia & New Zealand Environment & Conservation Council and Forestry Ministers (ARMC). 2001. Weeds of national significance: Mesquite (*Prosopis* species). Strategic plan. National Weeds Strategy Executive Committee. Launceston, Australia. p:25.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural. p:465-466.
- Arellano, S. 1996. Determinación del potencial productivo del mezquite (*Prosopis* spp) en el municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo. Tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. p:63.
- Argüelles, A. G. y R. A. Montoya. 1991. Explotación del mezquite en San Luis Potosí, una perspectiva histórica. Ediciones del Archivo histórico del Estado de San Luis Potosí. S.LP., México. p:88.
- Armijo, M., A. Moreno, E. Blanco, V. Borroel y J. L. Reyes. 2019. Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas, 10(1), 113-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1728>.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL/INE–Facultad de Ciencias-UNAM. México, D. F
- Bainbridge, A. 1990. Honey mesquite: A multipurpose tree for arid lands. NFT Highlights. NFTA 90-07. Documento en línea consultado el 10 de noviembre de 2018.
- Barros, S .2010. El género *Prosopis*, valioso recurso forestal de las zonas áridas y semiáridas de América, Asia y África. Instituto Forestal Chile. 16(1):93.
- Beever, E. and Mould, L. 2000. In Forage Evaluation in ruminant. p:15-42.
- Benites J., 2016. Las leguminosas en la alimentación y en la fertilidad de los suelos. LEISA, revista de Agroecología. 32(2):5.
- Besnier, F. 1989. En: Semillas, biología y tecnología. 1:455-460.

- Blanco E. 2016. Modelo agroecológico para la producción integral sostenible del complejo mezquite, en el desierto lagunero. Primer Simposium Internacional "Recursos Naturales Renovables en las Zonas Áridas de América. UAAAN. Saltillo, México.
- Boeri, P., L. Piñuel, S. Sharry y D. Barrio. 2017. Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (*Prosopis alpacato*) de la norpatagonia Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La plata. 116 (1):129-140
- Bridget, K. 2007. Como procesar vainas de mezquite. En línea https://www.ehowenespanol.com/procesar-vainas-mezquite-como_11900/ Consultado (10/12/18).
- Broderick, E. 1994. The Ruminants World. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization. p:218-222.
- Burkart, A. 1940. Materiales para una monografía del género *Prosopis* (Leguminosae). Darwiniana 4(1):57-128
- Burkart, A. 1952. Las Leguminosas argentinas silvestres y cultivadas, 2ª. Edición. Buenos Aires: Acm. p:569.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). J. Arnold Arb. 57 (3):219-249; 1976. J. Arnold Arb. 57 (4):450-455.
- Burkart, A. 1976.b. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). Catalogue of the recognized species of *Prosopis*. J. Arnold Arb. 57 (4):450-525
- Burkart, A. 1976a. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). J. Arnold Arb. 57 (4):219-249
- Capparelli, A. 2008. Caracterización cuantitativa de productos intermedios y residuos derivados de alimentos de algarrobo (*Prosopis flexuosa* y *P.chilensis*, Fabaceae): aproximacion experimental aplicada a restos arqueobotanicos desecados. Darwiniana 46(2):175-201.
- Carrillo, R. 2006. Efecto de la poda sobre el potencial productivo de mezquites nativos (*Prosopis glandulosa* Torr, var. *glandulosa*) en la Comarca Lagunera. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. p:103.
- Cervantes, M. C. 2003. Plantas de Importancia Económica en las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Temas Selectos de Geografía de México. I. Textos Monográficos. 5 Economía. Instituto de Geografía, UNAM. p: 153.
- Cervantes, M. C. 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. X Encuentro de Geógrafos de América Latina, Universidad de Sao Paulo. p:3388-3407.

- Cherney, J. 200. In forage Evaluation in ruminant nutrition. CABI. p:281-300.
- Comisión Nacional Forestal. 1996. Reserva Nacional de Malleco. Plan de Ordenación. Documento Seminario. Chile. p: 54.
- CONAFOR. 2009. Uso del mezquite como fuente de polisacáridos de alto valor agregado. Recuperado el 30 de abril de 2014, de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/Mezquite/>
- CONAZA-INE (Comisión Nacional de Zonas Áridas- Instituto Nacional de Ecología). 1994. Mezquite (*Prosopis* spp) cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. CONAZA, Saltillo, Coahuila. México. p: 31.
- Cruz, G. E. 1999. Alimentacion Humana. Production and characterization of *Prosopis* seed galactomannan. PhD Thesis, Dissertation N°13153, ETH Zurich. p: 27-29
- Devlin, R. M. 1980. En: Fisiología vegetal. Omega. España. p: 512.
- Escobar, B., A. M. Estévez., C. Fuentes and D. Venegas. 2009. Use of algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) flour as protein and dietary fiber source in cookies and fried chips manufacture. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(2):191–198.
- Estrada, L. 1993. Estudios sobre el potencial técnico de aprovechamiento de la goma, vainas, hojas y madera del mezquite (*Prosopis* spp) en México. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Edo. de México. p: 246.
- Fagg, C. y J. Stewart. 1994. The value of *Acacia* and *Prosopis* in arid and semi-arid environments. *Journal of Arid Environments*, 27(1): 3-25.
- FAO. 1980. Mezquite (*Prosopis juliflora*). Consultado el 31 de mayo 2018 disponible en: <https://www.feedipedia.org/node/554>
- Felger, R. 1977. Mesquite in Indian cultures of southwestern North America. En: Simpson B (ed). *Mesquite: its biology in two desert ecosystems*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, USA, p: 150-176.
- Felker, P. 1981. Uses of tree legumes in semiarid regions. *Economy Botany*, 35(2): 174-186.
- Florencia, L. 1991. Bioquímica de plantas. Dirección de Difusión Cultural. U.A.Ch. Chapingo, México. p:35-38.
- Flores, N. S., R. M. Garcia, M. A. Hernández, M, Uribe y J. A. Leos. 2016. Goma de mezquite y huizache como alternativa de aprovechamiento en sistemas agroforestales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas pub. Esp. Num.16* p: 3251-3261.

- Foroughbakhch, P., Castillo, A., Alvarado, A y Hernández, L. 2010. Estudio sistemático de la morfología foliar del género *Prosopis* spp. en el estado de Nuevo León, México. VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Hermosillo, Sonora. p: 770-795.
- Franco, J. 1990. Métodos de análisis utilizados para la evaluación de proteína. CINVESTAVIPN. México, D.F. p: 28-33
- Galindo, S. and E. García. 1986. The use of mezquite (*Prosopis* spp). In: the highlands of San Luis Potosí, México. Forest Ecology and Managenet, 16(1):49-56.
- García, M., R. F. González., N. E. Rocha., J. A. Gallegos., M. Rosales y L. Medina. 2013. Mesquite leaves (*Prosopis laevigata*), a natural resource with antioxidant capacity and cardioprotection potential. 44: 336-432.
- Givens, D. y I. Cherney, R. 2000. In: Forage Evaluation in ruminant nutrition CABI. p: 281-300
- Gómez, F. 2008. Apuntes del Curso de Vegetación Nativa de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. p: 230.
- Granados, D. 1996. El mezquite: el árbol de desierto. Chapingo, serie Ciencias Ambientales, 2(1): 37-51.
- Hong, T.D and R.H. Ellis. 1996. A protocol to determine seed storage behavior. IPGRI Technical Bulletin No. 1. International Plant Genetic Resources Institute, Roma.
- <http://bellasana.blogspot.com/2012/05/harina-de-mezquite-o-algarroba-blanco.html>. Consultado el (11/11/18).
- INE. 1994. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo alternativo para zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Nacional de Zonas Áridas. México, D.F. p: 41- 45
- INECC. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2017. El mezquite (*Prosopis* spp). p: 5.
- INEGI., 2009. Instituto nacional de estadística y geografía e informática. Prontuario de Información Geográfica Municipal De Los Estados Unidos Mexicanos San pedro, Coahuila De Zaragoza. p: 2-9.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 2007. Manejo sostenible del mezquite. ix. flora de Durango. Universidad Nacional Autónoma de México. México. p: 45.
- Lewis, W. H. and P. F. Elvin. 1977. Medical botany: Plants affecting man's health. John Wiley & Sons, New York. p: 353.

- Loeza, M. 2007. Modificación enzimática de la goma de mezquite para la obtención de la L-arabinosa. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. p: 2665.
- López, Y. L., F. M. Goycoolea., M. A. Valdez y A. M. Calderón. 2006. Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*. 31(3):183-18.
- Maldonado, L. y P. De la Garza. 2000. El Mezquite en México: Rasgos de Importancia Productiva y Necesidades de Desarrollo. En: *El Mezquite Árbol de Usos Múltiples*. Frías, J., Olalde, V, y Vernon, E. Editorial Universidad de Guanajuato, México. p: 37-50.
- Medina, N., E. Villavicencio, J. Ávila y B. Murillo. 2013. *Interciencia*, 38 (2)34 Recuperado el 15 de febrero de 2014 de: http://www.interciencia.org/v38_02/132.pdf.
- Mesas, M. y M. T. Alegre. 2002. M. T. El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5):307-313.
- Meyer, D. 1984. Processing, utilization and economics of mesquite pods as a raw material for the food industry. PhD Thesis, Dissertation No. 7688, p: 28
- Meza, E y L. Osuna. 2003. Estudio dasométrico del mezquite en la zona de las pocitas, BCS. Folleto Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos. INIFAP. La Paz, B.C.S. México. p: 56.
- Negrerios, A.1992. El género *Prosopis* "algarrobos" en América Latina y el Caribe, distribución bioecológica usos y manejos. Recuperado en línea Agosto 2 del 2019, de documentos de la FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s06.htm>.
- Osuna, E y R. Meza. 2003. Alternativas para la explotación sostenible del mezquite de Baja California Sur. Folleto Técnico No. 8. INIFAP, Campo experimental Todos Santos. Baja California Sur, México. p: 57.
- Palacios, R. 2006. Los mezquites mexicanos: biodiversidad y distribución geográfica. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41 (1-2): 99-121.
- Pasiecznik, N., P. Felker., P. J. Harris., L. N. Harsh., G. Cruz., J. C. Tewari., K. Cadoret and L. J. Maldonado. 2001. *The Prosopis juliflora – Prosopis pallida Complex: A Monograph*. HDRA, Coventry, UK. p: 1-172.
- Pérez, V., R. Avendaño., L. Álvarez., F. D. Correa, A. Meza., C. A. Mellado, M. Quintero and J. A. Macias. 2015. Productive performance, nutrient intake and productivity at lambing of hair breed ewes supplemented with energy in the pre-partum during summer and winter. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 47(3): 301-309.

- Prokopiuk, D., A. Chiralt y G. Cruz. 2004. Sucesión del café a partir de la algarroba (*Prosopis alba Griseb*). Tesis doctorado, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos. p:2-4.
- Ramirez, J y J. Villanueva. 1998. Selección y manejo de material reproductivo de mezquite (*Prosopis spp*). Folleto (3):9.
- Reyes, G., L. Sandoval., S. Méndez y L. Barriada. 2017. Caracterización de polvos (Harinas) de mezquite (*Prosopis laevigata*) Para aplicaciones alimentarias. Memorias del XXXVIII Encuentro nacional de la AMIDIQ. p. 4.
- Ríos, J., M. Martínez, y A. S. Mojica. 2013. Caracterización ecológica y socioeconómica del mezquite (*Prosopis spp.*) (5):51.
- Ríos, J., R. Trucios., L. M. Valenzuela., G. Sosa y R. Rosales. 2011. Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. CENID-RASPA. Durango, México. 1(08):02-69.
- Rivera, J., H. Losada., D. Grande., J. Cortes 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 Luis Potosí. México. Arch. Latinoam. Prod.anim.15:514-518.
- Roblero, F. 2012. Modelos de predicción de volumen y biomasa de mezquite (*prosopis glandulosa torr.*) en Zaragoza, Coahuila. Seminario de posgrado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. p: 32- 38.
- Rodríguez, E., G. E. Rojo., B Ramirez., R. Marinez., M. C. Cong., S. M. Medina y H. H. Piña. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. Ex Willd.) en México. Ra Ximhai, 10(3):173-193.
- Rodríguez, F., and A. Maldonado.1996. Overview of past, current and potential uses of mesquite in Mexico. In: *Prosopis spp: semiarid fuel wood and forage tree building*. Felker, R. and Moss, J. (eds). Center for Semi-arid. Forest Resources. Texas &M University. Washington D.C., EEUU, p: 41-52.
- Romero, V. 1995. Caracterización de la pasta residual de coco *Cocus nucifera L.* y su posible aplicación como agente hipoglucémico e hipocolesterolémico. Tesis profesional. Escuela de Ciencias Químicas. Universidad La Salle.
- Ruíz, R. 2011. Uso potencial de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del Altiplano Potosino. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. p: 84-93.
- Rzedowski, J. 1979. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis Laevigata* Humb. &) Bonpl. ex Willd.) En México. p: 432.

- Rzedowski, J. 1988. Análisis de la distribución geográfica del complejo *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoidea) en Norteamérica. *Acta botánica mexicana* 3: 7- 19.
- Sanni, I., E. Lie and A. M. Lindberg. 1993. Fatty acid composition of *Prosopis africana* and its fermented product okpehe. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 15 (34): 89-90.
- Sciammaro, C. C. Ferrero y Puppo. 2015. Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la comparación química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata.* 114 (1): 115-123.
- Silbert, S. 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. p: 244.
- Simpson, B y O. Solbrig. 1977. Mesquite: its biology in two desert ecosystems. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania. *Synthesis Series (USA).* p:1-21.
- Smith, L. 1967. The micro-ethnography of the classroom. *12(4):174-200.*
- Sniffen, D. O'Connor, P.J. Van Soest, D.G. Fox, y J Russell. 1992. *Journal of Animal Science* 70:356-3577.
- Solis, G. 1997. Evaluación poblacional actual del mezquite y palo fierro en ambientes áridos sujetos a un aprovechamiento continuo. CONACYT. 3888-N9401. Informe Final de proyecto. Hermosillo Sonora. p: 86.
- Soto, X., K. Fernández y M. Ruiz. 2014. Aprovechamiento del fruto del mezquite (*Prosopis glandulosa* y *Prosopis spp*) en la zona de San Luis Rio Colorado, Sonora, para la elaboración y comercialización de harina de alto valor nutricional. p: 3.
- Trejo, L. 2010. Establecimiento de un cultivo de células en suspensión de *P. leavigata* (Humboldt et Bonpland Ex Willd.) M.C. Johnst. para la producción de goma de mezquite. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México. p: 260.
- Valenzuela, N., C. Trucios., J. Ríos., B. Flores y J. González. 2011. Caracterización dasométrica y delimitación de rodales de mezquite (*Prosopis spp*) en el estado de Coahuila. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 87-96.
- Van Soest, P. 1994. In: Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. 95(36):1-9.
- Van Soest, P.J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10):3583-3597.

- Villanueva, J., R. J. Ibarra., E. H. Cornejo y C. Potisek. 2004. El mezquite en la comarca lagunera: su dinámica, volumen maderable y tasas de crecimiento anual. *Agrofaz* 4(2): 633-648.
- Villarreal, J., A. Rocha., M. L. Cárdenas., S. Moreno., M. González y V. Vargas. 2013. Caracterización morfométrica, viabilidad y germinación de semillas de mezquite y huizache en el noreste de México. *Revista internacional de botánica experimental*. 23(3):169-174.