

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



Evaluación del rendimiento poscosecha de harina de mezquite (*Neltuma laevigata*) en dos comunidades de la Comarca Lagunera

Por:

Demetrio Galicia Vidal

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Evaluación del rendimiento poscosecha de harina de mezquite (*Neltuma laevigata*) en dos comunidades de la Comarca Lagunera

Por:

Demetrio Galicia Vidal

TESIS

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobado por:

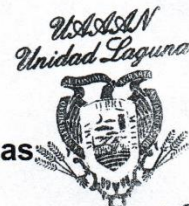
MC. Eduardo Blanco Contreras
Presidente

Dra. Adlay Reyes Betanzos
Vocal

Dra. Alejandra Cabrera Rodríguez
Vocal

Dr. Christian Silva Martínez
Vocal suplente

MC. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



*Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas*

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA

Evaluación del rendimiento poscosecha de harina de mezquite (*Neltuma laevigata*) en dos comunidades de la Comarca Lagunera

Por:

Demetrio Galicia Vidal

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Aprobado por el Comité de Asesoría:



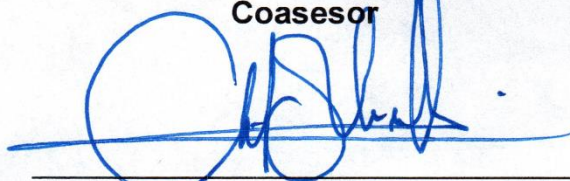
MC. Eduardo Blanco Contreras
Asesor Principal



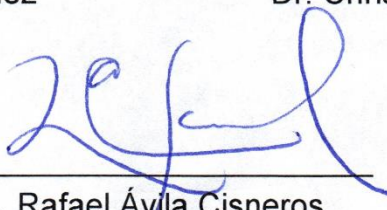
Dra. Adlay Reyes Betanzos
Coasesor



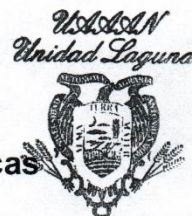
Dra. Alejandra Cabrera Rodríguez
Coasesor



Dr. Christian Silva Martínez
Coasesor



MC. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Junio 2026

*Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas*

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por ser mi apoyo incondicional, por su esfuerzo, amor y confianza en cada etapa de mi vida.

A mi familia, por estar siempre presente y acompañarme en este camino.

A mis amigos, por brindarme momentos de alegría y motivación en los días más difíciles.

Y a mí mismo, por la constancia, la paciencia y la determinación para llegar hasta este momento.

A Yamile Sanches Reyes y a L. Regina Mejía Macias por su amistad, apoyo y por acompañarme a lo largo de este proceso, gracias por estar presente en los momentos buenos y también los complicados, por las palabras de animo y por formar parte en este camino.

A Francisco G. Ortiz Castillo por estar presente en cada etapa en los momentos de estrés, cansancio y alegría. Gracias por tu apoyo.

DEDICATORIA

A la Universidad Agraria Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de formarme académica y profesionalmente, así como por todos los conocimientos adquiridos durante mi estancia.

A mis maestros, por compartir su conocimiento, experiencia y dedicación, los cuales fueron fundamentales en mi formación.

A mis padres y familia, por su apoyo incondicional, tanto emocional como económico, y por motivarme a seguir adelante en todo momento.

A mis amigos, por su compañía, apoyo y por hacer de este proceso una experiencia más llevadera.

De manera especial, agradezco al Ing. José Villarreal, por su apoyo brindado desde el primer momento, su disposición, orientación y confianza durante esta parte tan importante de mi vida

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el rendimiento poscosecha de la harina de vaina de mezquite (*Neltuma laevigata*) en dos comunidades de la Comarca Lagunera, para ello se empleó un enfoque mixto de investigación, integrando observación de campo, caracterización física de las vainas y análisis cuantitativo del rendimiento obtenido tras el secado, tostado, molienda y tamizado. La recolección de vainas maduras se llevó a cabo durante el periodo fenológico óptimo cuando la vaina está en su madurez fisiológica completa, el procesamiento posterior siguió un protocolo estandarizado que permitió comparar el desempeño productivo entre ambos sitios. Las pruebas de molienda y tamizado, realizadas con muestras de 200 gramos por repetición, mostraron variaciones en la proporción de harina fina y merma, atribuibles tanto a diferencias ambientales como al estado de madurez y tamaño de las vainas recolectadas. En general, Sombreretillo del Alto presentó un rendimiento ligeramente superior, lo que sugiere mejores condiciones de desarrollo para la especie en ese sitio. El estudio demuestra que el mezquite es un recurso forestal de valor ecológico y alimentario para la región, y que mediante procesos sencillos es posible obtener una harina homogénea y apta para su aprovechamiento local. Asimismo, la información generada aporta una base sólida para impulsar estrategias de uso sustentable y fortalecimiento de la soberanía alimentaria en comunidades de la Comarca Lagunera.

Palabras clave: *Neltuma laevigata*, Harina de vaina, Rendimiento poscosecha, Agroforestería

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the postharvest yield of mesquite pod flour (*Neltuma laevigata*) in two representative communities of the Comarca Lagunera, a mixed-methods approach was used, combining field observation, physical characterization of pods, and quantitative analysis of the flour obtained after standardized drying, roasting, grinding, and sieving procedures. Mature pods were collected during the optimal phenological period, and three 200-gram samples per site were processed to assess flour and residue proportions.

Results showed variations in the yield of fine flour and coarse residue between communities, influenced by environmental conditions and pod characteristics such as size and maturity. Overall, Sombreretillo del Alto exhibited slightly higher yields, suggesting more favorable conditions for mesquite development in that area.

The study highlights mesquite as a valuable forest resource with ecological and nutritional importance for the region. It demonstrates that simple and accessible processing methods can produce homogeneous flour suitable for local use, providing a foundation for future strategies promoting sustainable utilization and strengthening food sovereignty in rural communities of the Comarca Lagunera.

Keywords: Mesquite, *Neltuma laevigata*, Pod flour, Postharvest yield, Agroforestry

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
EL PENSAMIENTO AGROECOLÓGICO	4
SOBERANIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	5
SISTEMAS AGROALIMENTARIOS	6
SISTEMAS AGROALIMENTARIOS EN LA COMARCA LAGUNERA	6
EL MEZQUITE EN LAS ZONAS ÁRIDAS.....	7
EL MEZQUITE EN LA COMARCA LAGUNERA.....	8
COMPEJO NELTUMA	9
TAXONOMIA.....	12
IMPORTANCIA ECOLÓGICA	13

USOS DE LA VAINA	14
III. MATERIALES Y METODOS.....	16
PROCESO TRADICIONAL DE OBTENCIÓN DE HARINA DE MEZQUITE	19
<i>Capacitación a productores y acopio de vainas</i>	19
<i>Limpieza</i>	20
<i>Secado</i>	20
<i>Tostado</i>	20
<i>Molienda</i>	21
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
IV. RESULTADOS	22
VAINAS	22
RENDIMIENTO DE HARINA.....	23
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIÓN	29
VII. REFERENCIAS.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Especies de genero Neltuma y su distribución en los estados de México.	10
Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la especie Neltuma leavigata.....	12
Cuadro 3: Cantidad de vaina obtenida de los productores en las localidades estudiadas	23
Cuadro 4: Molido inicial de las vainas adquiridas de los productores.....	23
Cuadro 5: Resultados de las muestras de 200 gr después de ser tamizadas.	24
Cuadro 6: Relación por 1kg de vaina molida	25
Cuadro 7: Comparación de medias de las variables evaluadas de en los tratamientos	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	17
Figura 2.....	19

I. INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera, ubicada entre Coahuila y Durango, presenta un clima árido y semiárido caracterizado por temperaturas extremas tanto en verano como en invierno (Canedo, 2021). De acuerdo con Yescas-Coronado et al. (2018), la precipitación media anual es de los 240 a 250 mm, lo que genera una fuerte evaporación y limita la disponibilidad de agua en la región.

Pese a estas condiciones, el mezquite (*Neltuma laevis*) se desarrolla como una especie leñosa de importancia económica, ecológica y cultural, al proveer de bienes como madera, forraje, goma, alimento, entre otros, siendo además un recurso valioso por su aporte a la estabilidad del suelo, la provisión de sombra, hábitat, y su utilidad productiva para comunidades rurales de zonas áridas (Ríos et al., 2011).

A pesar de su abundancia y adaptación a las condiciones áridas de la Comarca Lagunera, el mezquite (*Neltuma laevis*) ha sido históricamente desaprovechado como recurso productivo. Pérez (2016) señala que la población local ha dejado de emplear la vaina como alimento humano, pese a su valor nutricional y a su antiguo uso en la elaboración de recetas culinarias en la región.

Esta desvalorización se asocia principalmente al desconocimiento de sus propiedades nutricionales y funcionales en las distintas etapas de madurez del fruto. Altamirano-Fortoul et al. (2020) exponen que son muy pocos los estudios químicos, bromatológicos o funcionales completos de diversas especies del género lo cual limita su integración en cadenas alimentarias formales.

Por otra parte Ortiz (2019) muestra que la harina de vaina de *Neltuma laevigata* presenta un contenido proteico de 10 gramos por cada 100 gr. de harina es decir un 10 por ciento, además de ser rica en fibra y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. Estas cualidades la convierten en una alternativa viable para complementar tanto la alimentación humana como la ganadera, lo que apoyaría a la seguridad alimentaria y nutricional en regiones áridas y semi áridas.

Además el mezquite contribuye a la diversificación productiva, la mejora de la fertilidad del suelo y la mitigación de los efectos del cambio climático, al actuar como sumidero de carbono y promover la biodiversidad (Reséndiz et al., 2023)

Debido a lo anterior se propone la integración del mezquite en sistemas agroecológicos, que combinan principios ecológicos, prácticas tradicionales y organización social para lograr sistemas de producción más resilientes y sostenibles; según Altieri (2002), la agroecología promueve la diversidad funcional, el reciclaje de nutrientes y la reducción de insumos externos como pilares para el rediseño de los agroecosistemas

Es en este contexto, resulta importante explorar alternativas que integren especies nativas como el mezquite en modelos agroecológicos, aprovechando sus beneficios ecológicos, nutricionales, así como el potencial que puede tener en la alimentación humana. (Toledo et al., 2019). Por lo que el objetivo de este trabajo fue documentar los rendimientos de harina de mezquite.

Objetivos

Evaluar el rendimiento de harina fina a partir de vainas de mezquite (*Neltuma laevigata*) en dos comunidades pertenecientes a la Comarca Lagunera.

Específicos:

- Describir y sistematizar el manejo poscosecha de la vaina de mezquite en dos comunidades de la Comarca Lagunera.
- Evaluar el rendimiento por sitio de muestreo en dos localidades de la Comarca Lagunera.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El pensamiento agroecológico

La agroecología ha emergido como una propuesta integral ante los límites ecológicos, sociales y culturales del modelo agrícola convencional. Lejos de ser únicamente un conjunto de prácticas agrícolas, la agroecología constituye un enfoque epistemológico, ético y político que promueve formas de producción sustentables, justas y territorialmente arraigadas (Altieri M. A., 1989).

El pensamiento agroecológico se empezó a consolidar en América Latina en las décadas de 1970 y 1980, como respuesta crítica a la revolución verde, cuyo impacto se manifestó en la erosión de suelos, dependencia tecnológica, pérdida de diversidad genética y debilitamiento de las economías campesinas (Altieri M. A., 1989; Gliessman et al., 1998). A partir de estas experiencias, la agroecología comenzó a desarrollarse como una ciencia transdisciplinaria que incorpora conocimientos de la ecología, la agronomía, la sociología rural y la economía ecológica.

Principios fundamentales

Entre los fundamentos esenciales del pensamiento agroecológico destacan:

1. La visión holística del agroecosistema, que implica considerar la finca o el territorio como un sistema vivo donde interactúan elementos naturales, sociales y culturales (Gliessman et al., 1998)
2. El rescate y la revalorización de saberes campesinos e indígenas, lo que implica reconocer que la innovación no solo proviene de la ciencia formal,

sino también del conocimiento empírico que surge a través de la práctica cotidiana de las comunidades campesinas (Sevilla Guzmán & Woodgate, 2013).

3. La sostenibilidad ecológica, entendida como la capacidad de conservar los recursos naturales y promover su regeneración a través de prácticas como la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y el control biológico de plagas entre otros (Altieri M. A., 1989).
4. La justicia social, que coloca a las comunidades campesinas como protagonistas del diseño, control y destino de los sistemas agroalimentarios (Sevilla Guzmán & Woodgate, 2013).

Soberanía y seguridad alimentaria

La soberanía alimentaria implica que las comunidades, pueblos y países tengan la capacidad de decidir de manera autónoma qué alimentos producir, cómo hacerlo, con qué recursos, así como asegurar el acceso a alimentos suficientes, nutritivos, seguros y culturalmente adecuados (WRM, 2012). En esta misma línea Rodríguez et al. (2024) argumentan que para que la soberanía alimentaria sea viable es necesaria la promoción de la agricultura familiar y de pequeña escala, la agroecología, el control local sobre semillas, tierras y agua, y políticas que respondan a las realidades territoriales, no solo modelos globalizados.

Por otra parte la seguridad alimentaria implica que todas las personas tengan acceso físico, económico y continuo a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades dietéticas y preferencias culturales, tal como lo

define la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) (Cruz-Sánchez et al., 2024). Este concepto se basa en cuatro dimensiones interrelacionadas: la disponibilidad de alimentos, el acceso económico y físico, la utilización nutricional adecuada y la estabilidad en el tiempo frente a crisis o fluctuaciones. En conjunto, estas dimensiones permiten comprender la complejidad del sistema alimentario y orientar políticas sostenibles hacia su garantía (FAO, 2011)

Sistemas agroalimentarios

De acuerdo con la FAO, (2021b), los sistemas agroalimentarios comprenden el conjunto de actividades, actores y procesos que abarcan desde la producción agrícola hasta que los alimentos llegan al consumidor final, que incluye trazabilidad es decir el proceso que va de la producción al consumo. Estos sistemas son multidimensionales ya que incluyen aspectos ambientales, sociales, económicos y culturales, los cuales influyen en la manera en que los alimentos se producen, distribuyen y consumen, lo que genera impactos directos en la salud, la nutrición, el bienestar de las poblaciones, el medio ambiente y los medios de vida.

Sistemas agroalimentarios en la Comarca Lagunera

En la Comarca Lagunera, los principales sistemas agroalimentarios, que podemos encontrar se dedican principalmente a la siembra de forrajes (maíz y alfalfa), melón, algodón entre otras especies, donde predomina el manejo tecnificado, así como la ganadería lechera, que se presenta como unas de las principales actividades de la región. Estos sistemas se enfrentan a presiones severas. por el manejo del agua y la dependencia de insumos externos (Navarrete

et al., 2020). Lo que a su vez, impactan directamente al ambiente, y limita la sustentabilidad del sistema local.

En la región también se pueden encontrar pequeños productores dedicados a actividades como la producción caprina, cultivos básicos de maíz y frijol, y la agricultura familiar de autoconsumo (Escareño-Sánchez et al., 2011). Sin embargo, los sistemas productivos agrícolas en regiones áridas y semiáridas, como la Comarca Lagunera, enfrentan diversas limitantes que afectan su productividad y sostenibilidad. Entre los principales factores se encuentran la escasez de agua, la variabilidad climática y la reducción en la superficie cultivable, los cuales inciden directamente en el rendimiento de los cultivos (Azpilcueta et al., 2017). De acuerdo con la Food and Agriculture Organization of the United Nations, la disponibilidad de agua es uno de los factores más críticos para la producción agrícola, especialmente en zonas donde la agricultura depende en gran medida del riego, lo que genera presión sobre los acuíferos y limita la continuidad de los ciclos agrícolas. (FAO, 2012)

El mezquite en las zonas áridas

Desde hace décadas el mezquite ha sido un recurso clave “de todo uso” por los pueblos indígenas de las zonas áridas tanto en medicina tradicional, forraje, leña y madera, por otro lado también es fuente de alimento gracias a la harina de su vaina.

Estas se molieron desde tiempos preindustriales para obtener harinas y bebidas; la etnobotánica y la arqueobotánica muestran continuidad en esas

prácticas y describen técnicas de procesamiento tradicionales (tostado, molienda y cernido) que explican por qué la harina fue “alimento base” en comunidades indígenas de los desiertos del mundo (Capparelli, 2022)

En México, el mezquite ha sido históricamente alimento y forraje: sus vainas se consumen en harinas y bebidas, mientras que la floración sostiene la apicultura; de la madera se obtiene combustible y materiales; y la goma y la corteza tienen usos medicinales y artesanales. (Gonzalez, 2020).

Aunque el consumo humano se volvió ocasional, en algunas regiones, las vainas de *N. laevigata* siguen consideradas fuentes sustentables de nutrientes y su estudio retoma explícitamente una tradición alimentaria histórica, con esto propone su revaloración actual del mezquite (García-Azpeitia et al., 2022; García-López et al., n.d.)

Por otra parte Andablo-Reyes et al., (2023) sostienen que en la Comarca Lagunera, la agroforestería integra biodiversidad silvestre con actividades agrícolas y ganaderas mediante sistemas como los agrosilvopastoriles, los oasis especialmente aquellos basados en mezquite y huizache, impulsando así la revaloración de especies nativas como *Neltuma* y *Acacia spp.* para el sustento local.

El mezquite en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera, asentada en las cuencas endorreicas de los ríos Nazas y Aguanaval, presenta un clima predominantemente semiárido a árido con alta variabilidad hidroclimática y episodios recurrentes de sequía; según (Villanueva-Díaz et al., 2005a), la variabilidad hidroclimática de la cuenca superior

del Nazas condiciona fuertemente la disponibilidad de agua para la zona irrigada y la dinámica del paisaje.

Estudios regionales de diagnóstico indican que la vegetación dominante corresponde mayoritariamente a matorral xerófilo-rosetófilo, con parches de bosque de encino en zonas de mayor altitud y unidades primarias en cauces y ojos de agua, lo que genera un gradiente ecológico marcado por la topografía y la disponibilidad hídrica (Muro-Pérez et al., 2011). Además, análisis recientes sobre tendencias climáticas muestran aumentos en temperatura y cambios en precipitación local que incrementan la vulnerabilidad del ecosistema frente a procesos de desertificación y pérdida de cobertura vegetal (Villanueva-Díaz et al., 2005b)

Compejo Neltuma

Descripción

Neltuma es un género de la familia de las leguminosas (*Fabaceae*, *Mimosoideae*) que agrupa a especies que fueron tradicionalmente incluidas en el Género *Prosopis* sensu lato; su reconocimiento moderno responde a estudios filogenéticos que demostraron la polifilia del antiguo género *Prosopis* y propusieron la segregación en varios géneros, entre ellos *Neltuma* (Hughes et al., 2022).

Las especies del género pueden crecer como árboles o arbustos, se encuentran principalmente en regiones áridas, semiáridas y subtropicales del planeta. En la mayoría de las zonas secas, adoptan comúnmente una forma arbustiva, aunque pueden desarrollarse como árboles si disponen de suficiente agua. Su crecimiento óptimo se da en áreas como vegas fluviales, valles con suelos

profundos o regiones con niveles freáticos elevados. En algunos casos, estas plantas dominan extensas áreas del paisaje, formando agrupaciones densas conocidas como “mezquiales” (Rodríguez et al., 2014).

Existen 45 especies de mezquite, de las cuales 43 se distribuyen en el continente americano, en dos grandes centros: el México-Texano y el argentino-paraguayo-chileno.(Palacios et al, 2000). De acuerdo con el siguiente cuadro (Cuadro 1) en México se distribuyen 9 especies

Cuadro 1: Especies de genero *Neltuma* y su distribución en los estados de México.

Especie	Autoridad	Zonas de distribución
N. laevigata	Humb. & Bonpl. ex Willd. Britton & Rose	Amplia distribución en zonas áridas y semiáridas de México
N. juliflora	Sw. Raf.	Zonas áridas, norte y centro del país
N. articulata	S.Watson Britton & Rose	Noroeste de México (Baja California y Sonora)
N. velutina	Wooton Britton & Rose	Norte de México y suroeste de EE.UU.
N. mayana	R.A.Palacios C.E.Hughes & G.P.Lewis	Península de Yucatán

N. glandulosa	Torr. Britton & Rose	Norte y centro de México
N. odorata	Torr. & Frém. C.E.Hughes & G.P.Lewis	Norte y este de México
N. reptans	Bentham C.E.Hughes & G.P.Lewis	Regiones semiáridas del noreste
N. torquata	Griseb. C.E.Hughes & G.P.Lewis	Zonas áridas del noroeste (Sonora, Chihuahua)

Fuente: (Royal Botanic Gardens Kew, n.d.)

En el estado de Coahuila en particular, 73,868 ha se encuentran cubiertas por ecosistemas donde el mezquite, mayormente la especie *N. laevigata* es predominante (Manuel Valenzuela-Núñez et al., 2010), dicha cobertura no es continua y, en varios casos, se encuentra fragmentada por cordones montañosos.(Palacios, 2006).

Neltuma Laevigata

Fenologia

De acuerdo con Folliot et al. (1983) el ciclo fenológico de *N. laevigata* inicia con la floración que ocurre principalmente durante la primavera, en un periodo que suele abarcar de febrero a mayo, dependiendo de las condiciones climáticas de cada región. Posteriormente, las vainas se desarrollan y presentan un llenado

progresivo durante los meses de verano, completando su maduración en un lapso aproximado de dos a tres meses tras la floración. En concordancia, Díaz-Batalla et al. (2018) señalan que la recolección de las vainas se realiza generalmente entre junio y octubre, cuando el fruto alcanza un estado de madurez óptimo caracterizado por el cambio de coloración y la reducción de humedad.

Estas observaciones se complementan con lo reportado por estudios técnicos sobre el manejo de semillas de mezquite Treviño et al. (2014) quienes destacan que la variación en los tiempos de floración y cosecha responde principalmente a la disponibilidad de lluvia y a las condiciones térmicas locales. En este sentido, la fenología de *N. laevigata* no puede considerarse fija, ya que existen diferencias interanuales y espaciales; por ello, resulta recomendable que cada investigación registre la dinámica fenológica local a fin de garantizar datos representativos de la zona de estudio.

Taxonomía

Neltuma leavigata, se clasifica de la siguiente forma:

Cuadro 2: Clasificación taxonómica de la especie Neltuma leavigata

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>

Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Caesalpinioideae</i>
Tribu	<i>Prosopideae</i>
Género	<i>Neltuma</i>
Especie	<i>Neltuma</i> <i>leavigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Hughes

Fuente: (Hughes et al., 2022)

Importancia ecológica

Como leguminosa, el mezquite tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, este proceso estableciendo redes subterráneas que facilitan el intercambio de nutrientes y agua entre plantas. enriquece el suelo, mejorando su fertilidad y favoreciendo el crecimiento de otras especies vegetales. Además, sus raíces profundas contribuyen a la infiltración del agua y a la estabilización del suelo, previniendo la erosión y la desertificación (Rodríguez et al., 2014) estas interacciones fortalecen la resiliencia del ecosistema y promueven la coexistencia de múltiples especies vegetales (Monroy-Ata et al., 2022).

Además, el mezquite actúa como planta nodriza, proporcionando sombra y protección a plántulas de otras especies, facilitando así la regeneración natural del ecosistema. Su presencia favorece la diversidad biológica al ofrecer hábitat y alimento a diversas especies de fauna, incluyendo aves, mamíferos y artrópodos (Quiñones et al., 2013).

A su vez el árbol provee servicios ecológicos (refugio para fauna, néctar y control de desertificación), lo que explica su presencia histórica en sistemas campesinos de zonas semiáridas (Almanza et al. 1986).

Por otro parte, debido a su resistencia a condiciones extremas y su capacidad para mejorar las propiedades del suelo, el mezquite es utilizado en programas de restauración ecológica y rehabilitación de tierras degradadas. Su presencia en zonas afectadas contribuye a la recuperación de la cobertura vegetal y al restablecimiento de funciones ecológicas esenciales (CONABIO, n.d.)

Usos de la vaina

La vaina del mezquite ha sido utilizada tradicionalmente por comunidades indígenas como fuente de alimento. Se procesaba en forma de harina para preparar productos como tortas, atoles y bebidas fermentadas. Dicho esto, su harina la cual es rica en azúcares naturales (principalmente sacarosa), proteínas, fibra y minerales esenciales como calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc.(Reséndiz et al., 2023).

(Ortiz, 2019), evaluó la producción de harina a partir de las vainas de mezquite, obteniendo un rendimiento del 81.48% por kilogramo en peso seco es decir 820 gramos por kilo de vaina en dicho estudio la harina mostró un contenido

proteico aproximado del 10% es decir 10 gr de proteína por 100 gr de harina, además de buena cantidad de fibra, lo que la hace viable para su aprovechamiento en la alimentación humana

En el ámbito ganadero, la vaina del mezquite es un recurso estratégico para suplementar la alimentación de distintas especies, como bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, debido a su alto contenido energético y de proteínas. Esta característica resulta especialmente valiosa en regiones áridas o durante temporadas de escasez de forraje (Arnero, 2015).

Estudios en ovinos han demostrado que la inclusión de harina de vaina de mezquite en sus dietas no genera efectos adversos sobre la salud ni sobre parámetros productivos. Por ejemplo, se han formulado dietas con 15% y 30% de vaina molida sin observar diferencias significativas en ganancia de peso ni en conversión alimenticia frente a dietas convencionales (Mejía et al., 2022)

Sin embargo, A pesar de sus beneficios nutricionales, se recomienda el uso moderado de la vaina de mezquite en la dieta animal, ya que un consumo excesivo puede provocar efectos digestivos negativos debido a la presencia de taninos y otras sustancias bioactivas que, en altas concentraciones, afectan la digestión (D. Geesing, 1995).

El mezquite, con su capacidad para prosperar en condiciones climáticas adversas y su multifuncionalidad ecológica y productiva, representa un recurso estratégico en la transición hacia sistemas agroecológicos en la Comarca Lagunera (Martínez-Castillo et al., 2020).

III. MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó a través de la recolección de vainas, dicha recolección se llevó a cabo en dos comunidades pertenecientes a la comarca lagunera. La comunidad de Sombreretillo del Alto, perteneciente al municipio General Simón Bolívar, en el estado de Durango, y la comunidad de Barreal de Guadalupe, del municipio de Torreón, del estado de Coahuila, México.

Sombreretillo del Alto

Sombreretillo del Alto es una localidad perteneciente al municipio de General Simón Bolívar, Durango, situada dentro de una región caracterizada por su relieve variado y marcada influencia del ambiente árido de la Comarca Lagunera. De acuerdo con el Compendio de Información Geográfica Municipal (INEGI, 2010) El municipio se encuentra entre los paralelos 24°24' y 25°17' de latitud norte, y los meridianos 102°52' y 103°36' de longitud oeste, con altitudes que oscilan entre los 1,100 y 2,500 metros sobre el nivel del mar

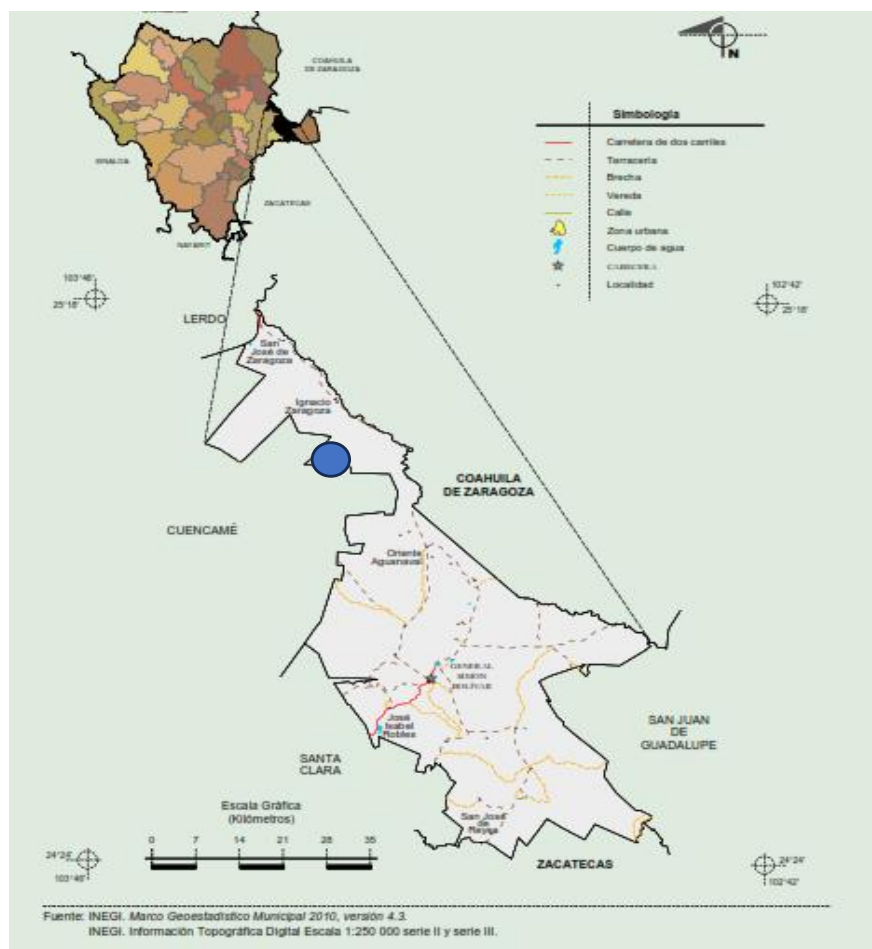
El clima predominante es seco semicálido y muy seco semicálido con lluvias en verano, con temperaturas medias anuales que van de 14 °C a 22 °C y una precipitación reducida entre 200 y 500 mm anuales, condiciones que reflejan su pertenencia a un ecosistema árido y de fuerte estacionalidad climática.

La vegetación predominante en la zona se compone principalmente de matorral xerofilo, que ocupa el 78.78% del territorio municipal, acompañado de pastizales y pequeños parches de mezquital, donde especies como mezquite

(*Prosopis spp.*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y huizache (*Acacia farnesiana*) representan elementos clave de la flora adaptada a la escasez de agua (INEGI, 2010)

Sombreretillo del Alto forma parte de una zona rural con baja densidad poblacional, donde las actividades productivas se relacionan estrechamente con el uso del matorral y la ganadería extensiva, aprovechando la vegetación natural disponible en este territorio semiárido.

Figura 1 sombreretillo del Alto, Simon Bolivar Durango ubicado en mapa de Durango



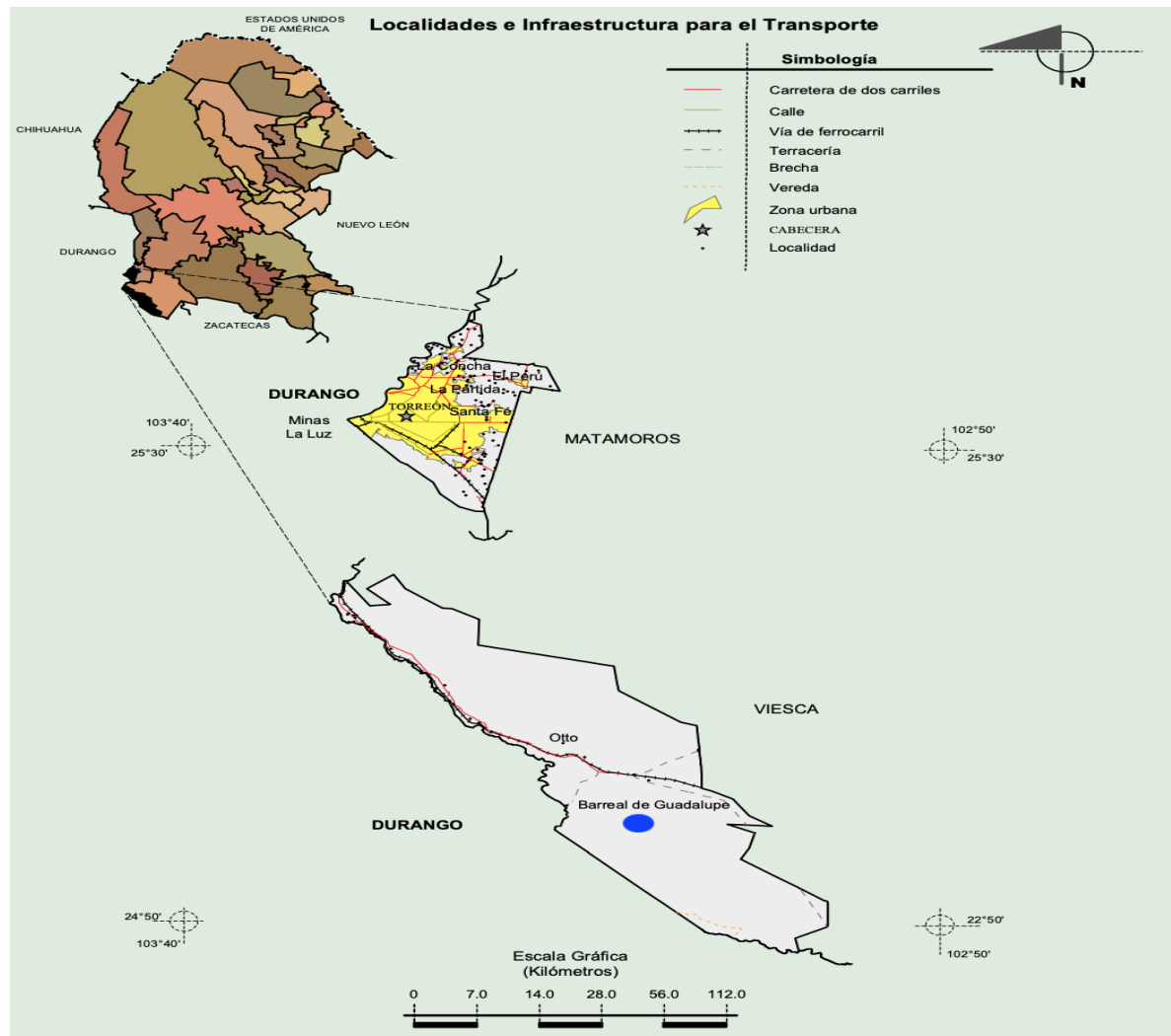
Barreal de Guadalupe es una localidad perteneciente al municipio de Torreón, Coahuila, situada dentro del sistema físico de las Sierras y Llanuras del Norte, específicamente en la subprovincia del Bolsón de Mapimí, un extenso desierto caracterizado por superficies planas y zonas de lomeríos. Se ubica dentro de las coordenadas municipales comprendidas entre los paralelos 24°48' y 25°42' N, y los meridianos 102°58' y 103°31' O, con una altitud que oscila entre 1,000 y 2,500 metros sobre el nivel del mar.

El clima predominante es muy seco semicálido, con temperaturas medias anuales entre 14 °C y 22 °C y una precipitación escasa que varía de 100 a 400 mm anuales, condiciones típicas del ecosistema desértico lagunero.

La vegetación característica de la zona está dominada por matorral desértico, con presencia de mezquites y pequeños parches de pastizal natural. Estos ambientes sostienen especies adaptadas a la aridez, entre ellas mezquite (*Neltuma*), gobernadora (*Larrea tridentata*), huizache (*Acacia farnesiana*), y pastos duros propios de zonas semiáridas. El uso del suelo se distribuye principalmente entre áreas agrícolas y zonas naturales de matorral, mientras que el potencial pecuario es alto debido al aprovechamiento de vegetación nativa por ganado caprino y bovino (INEGI, 2010)

El Barreal de Guadalupe forma parte de las pequeñas localidades rurales del municipio, cuya dinámica social y productiva está estrechamente vinculada a las condiciones ambientales del desierto lagunero.

Figura 2 El barrial de Guadalupe Torreon Coahuila, ubicado en mapa de Coahuila



Proceso tradicional de obtención de harina de mezquite

Capacitación a productores y acopio de vainas. Se llevó a cabo un proceso de capacitación dirigido a los productores de las localidades participantes, con el objetivo de fortalecer sus conocimientos y habilidades en las técnicas adecuadas de recolección. Durante estas sesiones se abordaron temas relacionados con la identificación del punto óptimo de madurez de la vaina, lo que

se conoce como “madurez fisiológica completa”, los métodos de corte y manejo que evitan daños al árbol, las prácticas de selección y almacenamiento que garantizan la conservación de la calidad del material recolectado, así como este periodo en el que se debe cosechar que ocurre generalmente entre los meses de junio y agosto, aunque puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y disponibilidad hídrica (Sandoval et al., 2019). Posteriormente, se realizó el acopio de manera organizada, promoviendo el uso de herramientas y recipientes limpios para evitar la contaminación y el deterioro del producto.

Limpieza. Tras la recolección de las vainas, se procedió a realizar una limpieza manual minuciosa para eliminar impurezas: piedras pequeñas, hojas secas y tallos. Posteriormente, se desinfectaron mediante un lavado en una solución de agua con cloro durante aproximadamente 15 minutos. Esto aseguró la inocuidad del producto al eliminar posibles microorganismos patógenos.

Secado: Luego del lavado, las vainas se secaron completamente bajo la exposición solar directa, este paso evita la posible proliferación de hongos por un exceso de humedad y permite una molienda más eficiente. Para facilitar este proceso, se reutilizaron mallas sombra, que habían sido previamente empleadas en la recolección, implementándola como lecho de secado con esto se permite el paso del aire y se evita el contacto directo con el suelo.

Tostado: Una vez secas las vainas, para facilitar la molienda y evitar daños por humedad, se tostaron a 60 °C durante 10 horas en estufa de secado SLN 240 marca POL EKO con un Rango de temperatura + 5 ° C sobre temperatura ambiente

... + 300 ° C, con una cámara de capacidad 311 litros obteniendo así un producto listo para hacer harina.

Molienda: Para llevar a cabo la molienda de las vainas, se utilizó el molino Molino TP-24 doble uso marca JM ESTRADA 1865 con un rendimiento moliendo grano de 220 a 300 Kg/h. Durante el proceso de molienda se observó la presencia de fragmentos de cáscara y partículas irregulares, por lo que fue necesario realizar un tamizado adicional para mejorar la uniformidad y la presentación del producto final. Para ello, se empleó un colador de plástico de uso doméstico, elegido por su malla fina y su capacidad para separar eficazmente las partículas según su tamaño.

El procedimiento consistió en colocar el colador sobre un recipiente limpio y verter una porción de la harina obtenida de la molienda. Con movimientos suaves y continuos, se agitó el colador de manera circular y ligera, permitiendo que la fracción más fina correspondiente a la harina atravesara la malla, mientras que las partículas de mayor tamaño quedaban retenidas como merma. Con el fin de asegurar consistencia en el proceso, se realizaron pruebas de tamizado tomando tres muestras independientes de los tres productores, de 200 gramos cada una, provenientes del producto molido. Cada muestra fue tamizada siguiendo el mismo procedimiento y condiciones de manipulación, lo que permitió separar claramente la fracción fina de la fracción gruesa y evaluar la eficiencia del colado. Este paso fue fundamental para garantizar una harina más homogénea, adecuada para su análisis posterior y con características físicas más uniformes.

Análisis estadístico

Una vez obtenidos los datos se realizó un análisis estadístico en el software SAS (Statistical Analysis System). Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre las muestras evaluadas. Posteriormente, cuando se detectaron diferencias significativas, se realizó una comparación de medias mediante las pruebas de LSD (Least Significant Difference) y Tukey (HSD) con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS

El método implementado para garantizar la inocuidad durante la recolección y postcosecha de la vaina de mezquite, redujo el riesgo de contaminación física, química o microbiológica de las vainas. El empleo de técnicas de secado contribuyó a la reducción de humedad y a la prevención del desarrollo de hongos y otros agentes que pudiesen perjudicar la vaina. Por lo tanto, este procedimiento asegura que la materia prima mantuviera condiciones higiénicas óptimas, constituyéndose, así como una práctica eficiente y accesible para fortalecer la calidad y seguridad del producto final.

Vainas

En total se recolectaron 132.54 kg de vainas, de los cuales 111.47 kg correspondieron a dos productores de la comunidad de Sombreretillo del Alto (muestra 1 y muestra 2) y el resto fue aportado por un productor de El Barreal de Guadalupe (muestra 3). Quedado la colecta de vainas distribuida como lo muestra el siguiente cuadro (Cuadro 3):

Cuadro 3: Cantidad de vaina obtenida de los productores en las localidades estudiadas

Ubicación	Muestra	kg
Sombreretillo	1	95.02
Sombreretillo	2	16.45
El Barrial	3	21.07
Total		132.54

Rendimiento de harina

El proceso de moler la vaina en el molino industrial TP-24 permitió obtener una harina de textura fina y agradable al gusto, con un dulzor natural característico del mezquite. En total, se obtuvo 120.8 kg de producto resultante (merma y harina), lo que representó una pérdida del 8.86 %, atribuida principalmente al procesamiento y separación de partes no aprovechables de la vaina, como lo muestra el cuadro 4:

Cuadro 4: Molido inicial de las vainas adquiridas de los productores

Muestra	Total pesado kg	Total molido kg	Merma kg	% Merma
1	95.02	86.6	8.42	8.861
2	16.45	15	1.45	8.815
3	21.07	19.2	1.87	8.875
Total	132.54	120.8	11.74	8.86

*Muestra: 1 = Sombreretillo 1; 2 = Sombreretillo 2; 3 = El Barrial.

El cuadro 5 indica que, la muestra 1 presentó un rendimiento promedio de 59.5% de harina fina y una merma promedio de 40.41%. Las muestras oscilaron

entre 57% y 60.6% de harina. Esto indica una proporción relativamente equilibrada entre harina útil y material descartado, aunque con una merma significativa.

Cuadro 5: Resultados de las muestras de 200 gr después de ser tamizadas.

<Muestra*	Peso neto gr	Peso harina gr	Peso merma gr	Merma %	Harina %
1	200	118.90	80.83	40.42	59.50
2	200	119.07	80.90	40.45	59.50
3	200	131.57	68.33	34.17	65.80

*Muestra: 1 = Sombreretillo 1; 2 = Sombreretillo 2; 3 = El Barrial.

La muestra 2 mostró un rendimiento muy similar a la muestra 1, con un promedio de 59.5% de harina y 40.45% de merma. Las diferencias entre ambas muestras son mínimas, lo que podría deberse a similitudes en el origen o tratamiento de las vainas.

La muestra 3 por otro lado, tuvo el mejor desempeño, con un promedio de 65.8% de harina y solo 34.17% de merma. Las muestras oscilaron entre 64.8% y 67.5% de harina. Este resultado sugiere que las vainas proporcionadas por este productor presentaron una mejor calidad o madurez, o fueron recolectadas con un mayor grado de limpieza y manejo postcosecha.

El Cuadro 6 muestra el rendimiento obtenido a partir de 1 kilogramo de vaina molida, lo cual permite estandarizar los resultados y facilita la comparación entre muestras, independientemente de la variación natural en tamaño, peso o contenido de cáscara que puedan presentar las vainas de mezquite. Esta referencia por

kilogramo es fundamental para estimar de manera precisa la proporción real de harina utilizable frente a la merma generada durante el proceso, además de ofrecer un parámetro técnico útil para evaluar la eficiencia del procesamiento poscosecha y proyectar el rendimiento a escalas mayores.

En una relación de un kilo la cantidad de a harina y merma quedaría de la siguiente manera.

Cuadro 6: Relación por 1kg de vaina molida

Muestra	Harina gr	Merma gr
1	594.5	404.17
2	595.3	404.50
3	657.8	341.67

*Muestra: 1 = Sombreretillo 1; 2 = Sombreretillo 2; 3 = El Barrial.

El cuadro 6 presenta que el rendimiento promedio de harina está entre 59–65 %, mientras que la merma representa entre 34–40 % del peso inicial. La muestra 3 sobresale con un mejor aprovechamiento de harina y menor merma, lo que lo convierte en el sitio más eficiente en este muestreo.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos para las variables evaluadas.

En relación con el peso de harina y el porcentaje de harina, el tratamiento 3 presentó los valores promedio más altos (131.57 g y 65.78 %, respectivamente), mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos 1 y 2, los cuales

no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Estos resultados indican que el tratamiento 3 permitió obtener un mayor rendimiento en la producción de harina.

Por otra parte, para las variables peso de merma y porcentaje de merma, los tratamientos 1 y 2 registraron los valores más altos (80.83–80.90 g y 40.41–40.45 %), sin diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento 3 presentó los valores más bajos (68.33 g y 34.17 %). Esto sugiere que el tratamiento 3 reduce la pérdida de material durante el proceso.

Cuadro 7 Comparación de medias de las variables evaluadas de en los tratamientos

Muestra	Peso harina (g)	Peso merma (g)	% Merma	% Harina
1	118.90 b	80.83 a	40.41 a	59.45 b
2	119.07 b	80.90 a	40.45 a	59.53 b
3	131.57 a	68.33 b	34.17 b	65.78 a
promedio	123.18	76.69	38.35	61.60

*Muestra: 1 = Sombreretillo 1; 2 = Sombreretillo 2; 3 = El Barrial.

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

V. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que la muestra 3 presentó el mayor rendimiento de harina y el menor porcentaje de merma durante el proceso de tamizado, lo que sugiere un mejor aprovechamiento de la materia prima. Este comportamiento puede estar relacionado con las características físicas y composicionales de las vainas de mezquite, las cuales influyen directamente en la eficiencia del procesamiento y la proporción de harina obtenida (Ortiz, 2019)

Estos resultados evidencian que las diferencias entre las comunidades estudiadas, podría relacionado principalmente con las condiciones climáticas que imperaron en cada una de ellas. Díaz-Batalla et al., (2018) señalan que el desarrollo y la calidad de las vainas de *N. laevigata* dependen de manera directa de factores como la temperatura, la humedad relativa y la disponibilidad de agua durante el periodo de formación y llenado del fruto. Estas condiciones influyen no solo en el tamaño y peso de las vainas, sino también en su composición química, lo que repercute directamente en el rendimiento de harina obtenido durante su procesamiento.

Los porcentajes de rendimiento de harina obtenidos en el presente estudio fueron de 61.60 %, valor superior al reportado por Prokopiuk et al., (2000), quienes registraron eficiencias de molienda y tamizado de 54.5 % y 55 % en vainas de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*, respectivamente (cabe destacar que, aunque son variedades diferentes, comparten características físicas). Sin embargo, el rendimiento obtenido fue menor al señalado por Ortiz (2019), quien reportó un aprovechamiento de 81.48 % en harina de mezquite producida en la Comarca Lagunera.

Estos resultados pueden relacionarse con el método empleado para la obtención de la harina, ya que las condiciones de procesamiento influyen directamente en el rendimiento y calidad del producto final Sandoval et al., (2023) realizaron un proceso controlado de secado y molienda de vainas de *Prosopis laevigata*, utilizando secado convectivo a 60 °C y posteriormente un molino pulverizador de cuchillas, obteniendo una harina con partículas más homogéneas y

menor aglomeración. Los autores señalan que el tipo de molienda y el tamaño de partícula afectan la eficiencia del tamizado y las características físicas de la harina, favoreciendo un mejor aprovechamiento del material vegetal.

En contraste, en este estudio se utilizó un proceso, adaptado a las condiciones locales de la Comarca Lagunera, lo cual pudo generar mayor variabilidad en el tamaño de partícula y en el porcentaje de merma obtenido entre muestras. A pesar de ello, los rendimientos registrados fueron favorables, lo que demuestra el potencial del método utilizado para el procesamiento de vainas como alternativa viable para el aprovechamiento agroalimentario de este recurso forestal.

Aunque las vainas del género *Neltuma* presentan una alta proporción de carbohidratos y compuestos energéticos, lo que favorece su aprovechamiento en la producción de harina para consumo humano y animal (Arnero, 2015), en la presente investigación no se realizaron análisis bromatológicos de las muestras obtenidas, por lo que las propiedades nutricionales de la harina producida no pudieron ser determinadas experimentalmente. Por ello, se recomienda que futuras investigaciones incluyan análisis fisicoquímicos y bromatológicos que permitan complementar la evaluación integral de la harina de *Neltuma laevigata*.

En suma, la variación encontrada entre comunidades no se debe únicamente al manejo postcosecha, sino que responde a la interacción entre los factores ambientales predominantes y las prácticas locales de recolección y secado. De acuerdo con lo planteado por (Díaz-Batalla et al., 2018), es necesario considerar el clima como una variable clave en el aprovechamiento del mezquite en regiones

áridas y semiáridas. Bajo esta perspectiva, los hallazgos de este estudio sugieren que el manejo agroecológico del mezquite en la Comarca Lagunera debe planificarse tomando en cuenta la variabilidad climática interanual.

VI. Conclusión

La evaluación del rendimiento poscosecha de harina de mezquite (*Neltuma laevigata*) permitió comprobar que esta especie representa un recurso local viable y con potencial para el desarrollo agroecológico de la Comarca Lagunera.

Las diferencias observadas en la cantidad y calidad de las vainas entre comunidades evidencian la influencia de factores ambientales como la precipitación, el tipo de suelo y las condiciones térmicas, elementos que coinciden con lo reportado para la fenología y productividad de la especie en zonas áridas del país. Asimismo, el proceso de recolección, secado y molienda confirmó que, mediante técnicas sencillas y accesibles, es posible obtener una harina de composición homogénea y apta para distintos usos alimentarios y agroindustriales.

VII. Referencias

- Almanza, S. G., & Moya, E. G. (1986). The uses of mesquite (*Prosopis* spp.) in the highlands of San Luis Potosi, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 16(1–4), 49–56.
[https://doi.org/10.1016/0378-1127\(86\)90007-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(86)90007-1)
- Altamirano-Fortoul Rossana del Carmen. (2020). Uso del mezquite (*Prosopis* spp.) como recurso alimenticio. *Handbook T-IX CIERMMI Mujeres En La Ciencia Biología*.
www.ecorfan.org
- Altieri M. A. (1989). *Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable*.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1–3), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00085-3)
- Andablo-Reyes, A. del C., Moreno-Calles, A. I., Cancio-Coyac, B. A., Gutiérrez-Coatecatl, E., Rivero-Romero, A. D., Hernández-Cendejas, G., & Casas, A. (2023). Agri-silvicultures of Mexican Arid America. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19(1).
<https://doi.org/10.1186/s13002-023-00612-5>
- Arnero Chavez Miguel A. (2015). *LA VAINA DE MEZQUITE (Prosopis spp) EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO*.
- Arnero Chavez Miguel Angel. (15 C.E.). *La vaina de mezquite (Prosopis spp) en la alimentación del ganado*.

Azpilcueta Pérez, M. E., Pedroza Sandoval, A., & Sánchez Cohen, I. (2017). Calidad química del agua en un Área agrícola de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comarca lagunera, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), 75–83.

<https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.07>

Capparelli, A. (2022). Ethnobotany of *Prosopis* spp., past evidence of the fruit use and experimental archaeology applied to the interpretation of ancient food processing.

Prosopis as a Heat Tolerant Nitrogen Fixing Desert Food Legume: Prospects for Economic Development in Arid Lands, 105–138. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823320-7.00021-3>

CONABIO. (n.d.). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad | Gobierno | gob.mx*. Retrieved October 2, 2025, from <https://www.gob.mx/conabio>

Cruz-Sánchez, Y., Aguilar-Estrada, A., Baca-del Moral, J., & Monterroso-Rivas, A. I. (2024).

The availability of food in Mexico: an approach to measuring food security.

Agriculture and Food Security, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40066-024-00484-2>

D. Geesing, M. A.-K. (1995). *Utilización de las especies de Prosopis introducidas: ¿puede la explotación económica contener a unas especies invasivas?*

<https://www.fao.org/4/y5507s/y5507s11.htm>

Díaz-Batalla, L., Hernández-Urbe, J. P., Gutiérrez-Dorado, R., Téllez-Jurado, A., Castro-Rosas, J., Pérez-Cadena, R., & Gómez-Aldapa, C. A. (2018). Nutritional characterization of *Prosopis laevigata* legume tree (mesquite) seed flour and the

effect of extrusion cooking on its bioactive components. *Foods*, 7(8).

<https://doi.org/10.3390/foods7080124>

Escareño-Sánchez, L. M., Wurzinger, M., Pastor-López, F., Salinas, H., Sölkner, J., & Iñiguez, L. (2011). LA CABRA Y LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAPRINA DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA COMARCA LAGUNERA, EN EL NORTE DE MÉXICO. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XVII(Especial), 235–246.

<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.087>

F. Ffolliot Peter, & L. Thames John. (1983). *Recolección, manejo, almacenamiento y pretratamiento de semillas de Prosopis en América Latina*.

<https://www.fao.org/4/q2180e/Q2180E00.htm#TOC>

Fabiola P. Canedo. (2021, May 13). *La Laguna, región con grandes contrastes en el clima* / *El Siglo de Torreón*. <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/2021/la-laguna-region-con-grandes-contrastes-en-el-clima.html>

FAO. (2011). *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones*.

www.ipcinfo.org

FAO. (2012). *Food Insecurity in the World*. <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>

FAO. (2021). *Sistemas agroalimentarios*. <https://www.fao.org/evaluation/highlights/agri-food-systems/>

García-Azpeitia, L., Montalvo-González, E., & Loza-Cornejo, S. (2022). NUTRITIONAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF LEAVES, FLOWER, AND FRUITS OF

PROSOPIS LAEVIGATA. *Botanical Sciences*, 100(4), 1014–1024.

<https://doi.org/10.17129/botsoci.3000>

García-López, J. C., Durán-García, H. M., De-Nova, J. A., Álvarez-Fuentes, G., Pinos-Rodríguez, J. M., Lee-Rangel, H. A., López-Aguirre, S., Ruiz-Tavares, D., Rendón-Huerta, J. A., Vicente-Martínez, J. G., & Salinas-Rodríguez, M. (n.d.). *PRODUCCIÓN Y CONTENIDO NUTRIMENTAL DE VAINAS DE TRES VARIANTES DE MEZQUITE (Prosopis laevigata) EN EL ALTIPLANO POTOSINO, MÉXICO YIELD AND NUTRIENT CONTENT OF PODS FROM THREE VARIANTS OF MEZQUITE (Prosopis laevigata) IN THE POTOSINO HIGHLANDS, MEXICO*.

Gliessman, S. R., Engles, E., & Krieger, R. (1998). *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture* - Google Libri. 357.

http://books.google.com/books?id=ulyCG70jB_MC&pgis=1

Gonzalez Carranza, Z. H. (2020). *Compendio de usos de Mezquite con contribuciones del público mexicano*.

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=7qe9Z4D970GskTWEGCkKHk>
BZ9

Hughes, C. E., Ringelberg, J. J., Lewis, G. P., & Catalano, S. A. (2022). Disintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). *PhytoKeys*, 205, 147–189. <https://doi.org/10.3897/PHYTOKEYS.205.75379>

INEGI. (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010 General Simón Bolívar Durango*. <http://mapserver.inegi.org.mx/mg>

INEGI. (2010b). *Compendio de información geográfica municipal 2010 Torreón Coahuila de Zaragoza*. <http://mapserver.inegi.gob>.

Ismael Ricardo Treviño García, & Horacio Villalón Mendoza. (2014). *Técnica para el beneficio de semillas de mezquite [Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl., Ex Wild) M.C. Johnst]*. www.fcf.uanl.mx

Julio César Ríos Saucedo, Ramón Trucíos Cacicano, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Gabriel Sosa Pérez, & Rigoberto Rosales Serna. (2011). *Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México*.

Manuel Valenzuela-Núñez, L., Trucíos-Cacicano, R., Ríos-Saucedo, J. C., Flores Hernández, A., & Luis González-Barrios, J. (2010). *Caracterización dasométrica y delimitación de rodales de Mezquite (Prosopis sp) en el estado de Coahuila*.
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa>

Marisol Reséndiz Vega, Sandra Patricia Méndez Viera, & Araceli Flores Eslava. (2023). Valor nutritivo del fruto de *Prosopis laevigata* y su importancia dentro del segundo objetivo de desarrollo sostenible. *Objetivos de Desarrollo Sostenible y Su Estrategia de Implementación: Estudios de Caso En Empresas, Gobierno e Instituciones de Educación Superior*. <https://doi.org/10.52501/cc.107>

Mejía Haro Ignacio, García Sánchez Andrea A., Martínez Mireles Juan M., Aréchiga Flores Carlos F., Silva Ramos José M., & Ramos Dávila Mauricio. (2022). *Efecto de vaina de mezquite (Prosopis laevigata, Fabales: Fabaceae) sobre fermentación ruminal y parámetros productivos en ovinos en engorda*.

Monroy-Ata Arcadio, Juan Carlos Peña Becerril, & Iván Fernando Valdés Vásquez. (2022).

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE *Prosopis laevigata* (mezquite) EN UN MOSAICO DE matorral xerófilo del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Hacia Un Conocimiento Global y Multidisciplinario Del Recurso Suelo: El Papel de Los Suelos En La Sostenibilidad Del Medio Ambiente y La Sociedad*.

Muro-Pérez, G., Sánchez-Salas, J., & Alba-Ávila, J. A. (2011). DESARROLLO

AGROINDUSTRIAL: RESEÑA Y PERSPECTIVA EN LA COMARCA LAGUNERA, MÉXICO. In *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* (Vol. 14).

Navarrete Molina, C., Meza-Herrera, C. A., & Angel Herrera Machuca, M. (2020). *THE*

RUMINANT PRODUCTION SYSTEMS IN THE COMARCA LAGUNERA, MEXICO: ENVIRONMENTAL IMPACT, PRODUCTIVE TRENDS, AND MITIGATION STRATEGIES.

Ortiz Canjay Victor Daniel. (2019). *Cuantificación y aproximación bromatológica de la harina obtenida de la vaina de mezquite (Prosopis spp) en la Comarca Lagunera*.

Palacios, R. A. (2006). *Los Mezquites Mexicanos: Biodiversidad y Distribución Geográfica*.

Pérez Horacio Roman. (2016). *BROMATOLOGÍA DE LA VAINA DE MEZQUITE (Prosopis spp.) COMO ALTERNATIVA PARA CONSUMO SUSTENTABLE EN LA COMARCA LAGUNERA*.

Prokopiuk, D., Cruz, G., Grados, N., Garro, O., & Chiralt, Y. A. (2000). Estudio comparativo entre frutos de *prosopis alba* y *prosopis pallida*. *MULTEQUINA*, 9, 35–45.

Quiñones G. A., González Ontiveros Vladimir, Chávez Pérez José Ramón, Vargas Martínez Alfonso, & Barrientos Díaz Francisco. (2013). Evaluación de inoculantes promotores

del crecimiento en la producción de plantas de Mezquite. [*Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnst.] en Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4.

Rodríguez Alvarado, R. A., & Medina Romero, M. Á. (2024). La transición agroecológica y la soberanía alimentaria de México frente a ocho décadas de hegemonía del dólar. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5).
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2589>

Rodríguez S. Elvia N., Rojo Martínez Gustavo, E. ;, Ramírez, B., Rosa, V. ;, Ruiz, M., De La, M., Cong Hermida, C., Martín, S., Torres, M., Humberto, H., Ruiz, P., & Ximhai, R. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex willd.) en México. *Ra Ximhai Universidad Autónoma Indígena de México*, 10, 173–193.

Royal Botanic Gardens Kew. (n.d.). *Plantas del Royal Bomundo en línea | Kew Science*.
 Retrieved October 2, 2025, from <https://powo.science.kew.org/>

Sandoval Torres, S., Giovana Reyes López, L., Leticia Méndez Lagunas, L., Gerardo Barriada Bernal, L., & Rodríguez Ramirez, J. (2023). Physicochemical Characterization of Mesquite Flour (*Prosopis laevigata*), Particle Size Distribution, Morphology, Isosteric Heat, and Rheology . In *Food Processing and Preservation*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.105902>

- Sandoval Torres, S., López, D., Rodríguez, J., Mendez, L., & Aquino, L. V. (2019, January 18). *Exploring drying conditions for Mexican mesquite pods (Prosopis laevigata)*.
<https://doi.org/10.4995/ids2018.2018.7708>
- Sevilla Guzmán, E., & Woodgate, G. (2013). *Agroecología: fundamentos del pensamiento social agrario y teoría sociológica*.
- Villanueva-Díaz, J., Luckman, B. H., Stahle, D. W., Therrell, M. D., Cleaveland, M. K., Cerano-Paredes, J., Gutierrez-Garcia, G., Estrada-Avalos, J., & Jasso-Ibarra, R. (2005a). Hydroclimatic variability of the upper Nazas basin: Water management implications for the irrigated area of the Comarca Lagunera, Mexico. *Dendrochronologia*, 22(3), 215–223. <https://doi.org/10.1016/J.DENDRO.2005.04.005>
- Villanueva-Díaz, J., Luckman, B. H., Stahle, D. W., Therrell, M. D., Cleaveland, M. K., Cerano-Paredes, J., Gutierrez-Garcia, G., Estrada-Avalos, J., & Jasso-Ibarra, R. (2005b). Hydroclimatic variability of the upper Nazas basin: Water management implications for the irrigated area of the Comarca Lagunera, Mexico. *Dendrochronologia*, 22(3), 215–223. <https://doi.org/10.1016/J.DENDRO.2005.04.005>
- WRM. (2012). *Soberanía alimentaria: movimientos sociales logran que la FAO discuta el concepto | Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*.
<https://www.wrm.org.uy/es/otras-informaciones/soberania-alimentaria-movimientos-sociales-logran-que-la-fao-discuta-el-concepto>
- Yescas-Coronado, P., Álvarez-Reyna, V. de P., Segura-Castruita, M. Á., García-Carrillo, M., Hernández-Hernández, V., & González-Cervantes, G. (2018). Variabilidad espacial del

carbono orgánico e inorgánico del suelo en la Comarca Lagunera, México. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 70(3), 591–610.

<https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n3a2>