

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**Escuela de Agricultura**



**La Harina de Mezquite y su Valor Nutritivo como  
Alimento para la Población Humana**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :  
**INGENIERO AGRONOMO**  
p r e s e n t a :  
**ROBERTO MIRANDA MEDRANO**

## A G R A D E C I M I E N T O

Hago patente mi agradecimiento al Instituto de Madera Celulosa y Papel, por las facilidades brindadas para la realización de esta Tesis.

En particular al Ing. M.C. Virgilio Zúñiga Partida.

Con mi más profundo agradecimiento por su dirección y asesoramiento en la elaboración de este estudio.

A la Srita. QF. Evelia Martínez Villa.

Al Ing. Cuauhtémoc Muñoz Márquez por su valiosa cooperación.

De manera especial al Ing. Manuel Rojo Castillo por la idea que nos unió.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, hicieron posible la realización de esta Tesis.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A LOS CAMPESINOS QUE HABITAN LAS ZO  
NAS ARIDAS, QUE NACEN CON LA VIDA -  
CORTA EN AÑOS Y LARGA EN SUFRIMIEN-  
TOS. QUE SOLO TIENEN EL CALOR DEL -  
SOL. MIENTRAS ESPERAN LA JUSTICIA -  
DE SU REVOLUCION.

# I N D I C E



	INDICE DE TABLAS	
I	INTRODUCCION	
II	LITERATURA REVISADA	ESCUELA DE AGRICULTURA BIBLIOTECA
	2.1. Historia	
	2.2 Características Botánicas	6
	2.3 Distribución Mundial	10
	2.4 Usos del Mezquite en otros Países	10
	2.5 Superficie del Mezquite en México	11
	2.6 Usos del Mezquite en México	11
	2.6.1 Usos Medicinales	12
	2.6.2 Usos de la Goma	14
	2.6.3 Usos Apícolas	15
	2.6.4 Usos Forrajeros	16
	2.6.5 Usos Forestales	18
	2.6.6 Uso como Alimento Humano	18
III	ANALISIS BROMATOLOGICOS EFECTUADOS EN VAINAS DE MEZQUITE	19
IV	OBJETIVO	26
V	MATERIALES Y METODOS	27
	5.1 Generalidades de la Zona	27
	5.2 Recolección de la Vaina	28
	5.3 Secado	28
	5.4 Molienda	29
VI	RESULTADOS	31
VII	DISCUSION	36
VIII	CONCLUSIONES	37
IX	RECOMENDACIONES	39
X	BIBLIOGRAFIA.	40

## INDICE DE TABLAS

<u>Tabla</u>		Página
1	Superficie del Mezquite en México.	13
2	Análisis Bromatológicos Efectuados en Vainas de Mezquite.	21
3	Análisis de Minerales Contenidos en las Vainas de Mezquite.	22
4	Análisis de Minerales Contenidos en las Semillas de Mezquite.	23
5	Análisis de Carbohidratos contenidos en las Vainas de Mezquite,	24
6	Determinación, cualitativa de los Aminoácidos -- contenidos en las Vainas de Mezquite.	25
7	Análisis Bromatológico del Mezquite Integral.	31
8	Análisis Bromatológico del epicarpio (Vaina o -- Cáscara)	32
9	Análisis Bromatológico de semilla y Tegumentos.	33
10	Análisis Bromatológico de semilla y Testa.	34
11	Contenido de Aminoácidos esenciales de la protefina del Mezquite y su Comparación con otros alimentos.	35

## I. INTRODUCCION

Considerando el planeta y estimando una superficie total para sus tierras emergidas de  $134,602.300 \text{ km}^2$  Shatz citado por Beltran (1964), calculó que en el estudio de la vegetación pueden considerarse  $7,044.800 \text{ km}^2$  como semi-áridos  $33,411,000 \text{ km}^2$  como áridos y  $6,293,700 \text{ km}^2$  como extremadamente áridos. Sumando en conjunto --  $46,749,500 \text{ km}^2$ , que equivalen al 35% de la superficie terrestre.

Por su parte Meig citado también por Beltran (1964), utilizando un criterio climatológico basado en el sistema de Thornthwaite, llegó a una estimación total notoriamente semejante a la anterior, consideró que el área de las tierras áridas es de  $48,848,769 \text{ km}^2$  y por tanto corresponden al 36% de la superficie terrestre.

Pero su distribución es muy distinta a la mencionada por -- Shantz ya que reportó  $21,234,180 \text{ km}^2$  como semi-áridos,  $21,802,620 \text{ km}^2$  como áridos y como extremadamente áridas  $5,811,969 \text{ km}^2$ , ésta -- última prácticamente equivalente a la obtenida teniendo la vegetación como indicador.

México país que cuenta con una superficie continental de --  $1,967,183 \text{ km}^2$  de los cuales Contreras (1955), al definir las zonas áridas y semi-áridas de nuestro país, tomó como base el método de Thornthwaite que con base de considerados de evapotranspiración -- permite estimar la deficiencia anual de lluvia frente a las necesidades de las plantas opinó que las zonas semi-áridas son aquellas cuya deficiencia anual es de 200 a 400 mm y que cubren 33.4% del -- Territorio Nacional. Mientras que las áridas se caracterizan por -- una deficiencia anual que excede los 400 mm; y que cubren el 18.8% Sumando ambas categorías de la superficie semi-árida de México es de 52.2% del total de la superficie nacional.

García (1955), al definir las zonas áridas mencionó que son -- aquellas que reciben una precipitación anual menor de 800 mm y según dicho autor cubren el 52.1% del país.

Sin embargo, partiendo desde un punto de vista hidrológico, - García (1955), agregó que el calificativo de semi-áridas 30.6% que corresponden a las regiones donde la precipitación oscila entre 800 y 1,200 mm; sumando ambas categorías representa el 82.7% del Territorio Nacional.

Posiblemente parte de esta zona semi-árida con precipitación de 1,000 mm. o más desde el punto de vista ecológico y de producción no presentaría problemas, si no fuese porque las lluvias se concentran en un corto período mientras que es muy larga la temporada de secas.

Anónimo (1976), definió como zonas áridas el 41% del Territorio Nacional, en dichas áreas las precipitaciones pluviales son menores a los 500 mm. al año representa una superficie de 804,360,12 km<sup>2</sup> la cual comprende 19 estados y 533 Municipios (ver figura anexa).

Sánchez (1976) mencionó que actualmente se pierden 598 millones de toneladas de capa vegetal, que afectan a 300,000 hectáreas, y que a la fecha suman 83 millones de hectáreas es decir al 42% -- del Territorio Nacional, si con esto observamos el crecimiento de nuestra población que es del orden de 3.5% anual en una población actual de más de 67 millones de mexicanos los cuales al finalizar 1982 serán 77 millones y para el año 2000 fluctuarán entre 120 y - 140 millones de habitantes.

Esto nos hace pensar que para evitar el hambre en la tierra - en los próximos cuarenta años, el hombre tendrá que producir 3,300 millones de toneladas de alimentos tales como: frutas, leche, pescado, cereales, etc., la misma cantidad que se ha generado en los 12 mil años que lleva de haberse iniciado la agricultura. Bourlag (1978).

COMISION NACIONAL DE LAS ZONAS ARIDAS  
REPUBLICA MEXICANA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
ESCUELA DE AGRICULTURA  
TESIS PROFESIONAL  
ROBERTO MIRANDA MEDRANO  
FUENTE . C. O. N. A. Z. A. (1976)

 ZONA ARIDA

Por esta causa y las ya mencionadas anteriormente el problema alimenticio tiende a agravarse, lo cual indica el reto de la producción de alimentos que el país tendrá que afrontar en el futuro.

Siendo la superficie semi-árida y árida cerca de la mitad -- del Territorio Nacional. Se pone de manifiesto que el aprovechamiento de estas zonas constituye una esperanza más para afrontar las necesidades del México actual y del futuro.

Tomando en cuenta lo anterior, el Mezquite Prosopis spp elemento característico de zonas áridas y semi-áridas, cobra singular importancia ya que es susceptible de cultivarse donde la escasa y aventurada agricultura de temporal ha fracasado. En la cual el mezquite puede cultivarse como elemento alimenticio e indus -- trial.

## II. LITERATURA REVISADA

### 2.1. Historia:

El Mezquite es una planta originaria de México y elemento característico de las zonas áridas. Según Martínez (1976) y Salinas (1965).

Sin embargo, Signoret (1970) mencionó que el Prosopis es un género pantropical, es decir, con representantes en las zonas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, hace referencia también a Burkat quien considera a Argentina como centro del polimorfismo del género Prosopis que comprende aproximadamente cuarenta especies diseminadas en Asia, Africa y América.

García (1967) mencionó que el Mezquite fué ampliamente conocido por los nativos de nuestro país. Su nombre deriva de la palabra azteca "Mezquit", los tarascos la consideraron como "Tzirtz-cum", los otomis como "Tahi"; en Michoacán se le conoció como - - "Chachaca".

### 2.2. Características Botánicas:

Signoret (1970) que la taxonomía de los mezquites, no se ha definido aún con claridad y mencionó que es necesario hacer investigaciones citológicas, genéticas, bioquímicas y ecológicas al respecto.

García (1967) mencionó que el género al cual pertenece el Mezquite es Prosopis y pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Mimosáceas, señalando que en México existen cinco especies de



Mezquite de los cuales pueden considerar dos grupos:

- a).- Las de fruto no torcido en espiral, casi cilíndrico más o menos articulado.
  
- b).- Las de fruto torcido en espiral (en forma de tornillo); al primer grupo corresponden:
  - 1.- Prosopis juliflora (Swartz) D.C. con tres variedades - - Prosopis juliflora var; celutina (Wooton) Sarg; Prosopis juliflora var; glandulosa (Torr) Cook, y Prosopis juliflora var; torreyana.
  
  - 2.- Prosopis palmeri (Wats)
  
  - 3.- Prosopis cinarescens (Gray)
  
  - 4.- Prosopis pubescens (Benth)
  
  - 5.- Prosopis laevigata (Humb & Bonpl ex Willd)

El Mezquite es un árbol o árbolillo muy común en las regiones áridas de México, alcanza una altura de 12 a 15 m, o bien solamente unos 2 m, según las condiciones climáticas y tipo de suelo, la copa es redonda y simétrica, las ramas son encorvadas, irregulares y muy separadas por lo que proporciona mucha sombra.

Tiene una raíz primaria gruesa y profunda con hendiduras que dividen la superficie en láminas cortas y gruesas, su color es rojo jizo moreno, las ramitas son delgadas y pubescentes de color primo amarillo-verdoso pálido que oscurece después; están en zig-zag y en el lado exterior de cada ángulo llevan haces de las hojas y en las ramas hay una excrecencia corta y gruesa provista de una es

pina persistente.

Las hojas son alternas en las ramillas de un año y fasciculadas en las de varios años, mide de 5 a 10 cm; y lleva una o dos espinas en la base, las hojuelas son de 8 a 15 pares, oblongas o lineales de 5 a 10 mm de largo.

Las flores son de un color blanco-verdoso y despiden un olor agradable miden de 2 a 3 cm. y están sostenidas en espigas por pedúnculos fuertes de 12 a 20 mm; el cáliz llega a un cuarto de la longitud de los pétalos largos, los estambres son rectos y divergentes y de tamaño doble de la corola, terminan en un glándula caediza situada sobre el conectivo de las anteras.

El ovario está cubierto de filamentos sedosos, las flores comienzan a aparecer en mayo y continúan hasta julio, contienen abundante néctar que las abejas recogen elaborando una miel exquisita.

Las vainas son lineales al principio, en la madurez casi cilíndricas y comprimidas entre las semillas, que son de 10 a 20, la cubierta exterior es coriácea color paja marcada de moreno, envuelve el mesocarpio que consta de una pulpa gruesa esponjosa de sabor dulce que a su vez rodea al endocarpio papiráceo con compartimientos para las semillas oblongas y aplastadas casi negras. Martínez-Maximino (1959).

García (1967) señaló las siguientes características y distribución de las siguientes especies y variedades.

Prosopis juliflora es un arbusto o árbol, el cual se distribuye desde Baja California hasta las costas de Tehuantepec.

La variedad velutina es del sur de los Estados Unidos y de --

nuestros Estados fronterizos, a lo largo del Río Bravo encontrándose también según López (1977) en Zacatecas y en el extremo norte de San Luis Potosí.

La variedad glandulosa es de 2 a 6 m sus frutos miden de 8 a 20 cm. y son comestibles, muy dulces, sus hojuelas son pubescentes y más pequeñas que la especie. Se distribuye en el Estado de México, Coahuila, Sonora, Baja California y Chihuahua.

Prosopis palmeri es de Baja California, alcanza unos 7.5 m su corteza es áspera y se desprende en largas tiras; hojuelas de 4 a 7 mm sus flores de color amarillento brillante y fruto cilíndrico.

Prosopis cinarescens de Tamaulipas y Nuevo León es un mezquite enano, pues alcanza solamente unos 30 cm. de altura, sus hojuelas son oblongas, de 8 a 12 pares y miden de 1.5 a 3 cm., inflorescencia en cabezuela, fruto retorcido en espiral de 1.5 a 4 cm. de largo.

Prosopis pubescens es de Baja California, Sonora y Chihuahua alcanza de 5 a 8 m, espinas fuertes y blanquiscas, flores olorosas en espigas de 5 a 8 mm, fruto de 3 a 5 cm. amarillentos, retorcidos y muy dulces.

Prosopis laevigata Signoret (1970) señaló que es un arbusto y en ocasiones un árbol, con hojas compuestas con folíolos pequeños.

Las flores se encuentran agrupadas en inflorescencias en forma de espiga, el fruto es de color vino moteado de manchas amarillas. Mencionando que se encuentra distribuido en: Yucatán, Guerrero, -

Veracruz, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Aguascalientes, Hidalgo, Jalisco, y Zacatecas.

### 2.3. Distribución Mundial:

Morales (1967), señaló que el Mezquite se encuentra distribuido en los lugares áridos y secos de México, Estados Unidos, América Central, India, Perú, Chile, Argentina, Brasil, Irán Australia, Antillas e Islas Hawaianas.

### 2.4. Usos del Mezquite en otros Países.

Gómez (1970) mencionó a los siguientes autores los cuales atribuyen diversos usos al mezquite, Mell considera al mezquite como una posible fuente de tintes y curtientes.

Bell y Castetter realizaron una investigación de tipo etnobotánico durante la cual comprobaron que el mezquite tuvo y aún tiene importancia para las tribus aborígenes del Suroeste Americano.

Graham menciona varias especies de mezquite (Prosopis cinarescens y Prosopis pubescens) como de gran importancia para el sostenimiento de los animales silvestres de California, Arizona y Texas, así como también lo recomiendan para controlar la erosión en los caminos montañosos de las regiones áridas del Sur de California y mencionando también que en las Islas Hawai y otras cercanas, fué introducido el Prosopis juliflora llamado comunmente "Keawe" o "Algarrobo" habiéndose difundido rápidamente y convirtiéndose en un árbol muy estimado por los diversos usos que tiene.

Rock al tratar las leguminosas de Hawai señala que el Prosopis juliflora, es el árbol más común y también el más valioso económicamente de todos los árboles introducidos en las Islas Hawaianas, señalando que las vainas del Algarrobo son utilizadas en la alimentación de pavos, con excelentes resultados económicos.

En Argentina, Burkart mencionó que muchas especies de Prosopis tienen importancia económica, tales como Prosopis fero, - - Prosopis nigra, Prosopis Chilensis Prosopis alata Prosopis alba Prosopis caldenia y Prosopis Flexuosa. El ganado ha distribuido las semillas de estas especies, así como de otras indeseables, tales como Prosopis rucifolia en la región del Chaco.

En Perú la especie más útil es Prosopis chilensis, cuyas vainas son almacenadas en gran cantidad en las zonas desérticas, según Look.

El mismo autor menciona que Prosopis juliflora tiene amplia distribución e importancia económica en Sudán, en el Estado libre de Orange, Suroeste de Africa, India y Australia y que otras especies como Prosopis nigra y Prosopis pubescens son deseables e importantes para los territorios de Africa Sudo-occidental.

## 2.5. Superficie del Mezquite en México

Anónimo (1976) reportó la siguiente superficie por entidad Federativa, (Tabla 1), los estados que están señalados con un asterisco aunque no los reporta la Sub-Secretaría Forestal y de la Fauna se incluyeron porque según Gómez (1970), López (1977) y Salinas (1965), poseen una superficie considerable de Mezquites.

## 2.6. Usos del Mezquite en México.

El mezquite en México tiene dos usos fundamentales, uso forestal y como forraje para el ganado, sin embargo, diversos investigadores mencionados por Gómez (1970), sugieren que se le puede dar otros usos.

#### 2.6.1. Usos Medicinales.

Hernández, Morales, Herrera, Alcacer, Rivera, mencionan que en la época prehispánica se utilizaban sus hojas, raíces corteza, yemas y retoños con fines medicinales.

González G (1964), mencionó que la corteza del árbol o las semillas usadas en infusión en la proporción de cinco o seis gramos para 100 de agua, pueden ser tomadas con éxito para combatir las irritaciones inflamatorias del tubo digestivo, ya sea de la garganta como faringitis, acompañada de ronquera o bien en la gastritis de cualquier origen y en las enteritis acompañada de diarrea pues calma la irritación inflamatoria de la mucosa, formando una capa protectora, e impidiendo o por lo menos disminuyendo los fenómenos de absorción y por ello pone en reposo la mucosa enferma.

TABLA 1. Superficie del Mezquite en México

ESTADOS	HECTAREAS
Baja California	377,600
Coahuila	908,800
Guanajuato	639,720
Jalisco	69,600
México	26,800
Michoacán	144,400
Nuevo León	1'793,200
Oaxaca	83,600
Puebla	222,030
San Luis Potosí	773,600
Sonora	110,974
Tamaulipas	1'548,000
*Chihuahua	_____
*Zacatecas	_____
*Sinaloa	_____
*Guerrero	_____
*Veracruz	_____
*Hidalgo	_____
*Aguascalientes	_____
*Durango	_____
*Colima	_____
*Morelos	_____
	6'671,324



Las lavativas de infusión de mezquite, pueden emplearse con éxito en los casos de disentería, pues disminuyen las hemorragias, por lo tanto es muy recomendable su uso sobre todo en los niños.

En la bronquitis, el uso de la tisana de mezquite ayuda a disminuir la inflamación de la mucosa, calma la tos y la cantidad de expectoración.

En la uretritis blenorragica, el uso de la tisana atenúa bastante la irritación y el dolor, por lo que es recomendable su uso además, de que disminuye la secreción purulenta, señalando también que la corteza o las semillas siempre deben emplearse en infusión y no en conocimiento porque si permanecen mucho tiempo en el agua, la goma se transforma en ácido arábigo y adquiere propiedades irritantes.

Martínez (1976) y Martínez (1959), mencionaron que la corteza se ha utilizado para curar heridas y como purgante señalando también que el jugo de las hojas se dice curativo para algunas enfermedades oculares y de su cocción se obtiene bálsamo de mezquite, para ese tipo de afecciones.

Ferrizi (1948), estudiando la madera del mezquite observó que tiene un efecto antibacteriano in vitro, frente a gérmenes, como el estafilococo, carbunco, meningococo, gonococo, subtilis, salmonellas y neumococos.

#### 2.6.2 Usos de la Goma.

Salinas (1965), mencionó que la goma que segrega la corteza del mezquite, es utilizada en Sonora como alimento; señalando que la secreción puede estimularse por medio de incisiones durante la época de sequía, pudiendo llegar a producir un árbol hasta un kilo

gramo por año.

Martínez (1976), señaló que la goma del mezquite tiene propiedades muy semejantes a la goma arábiga también conocida como goma-Senegal o goma de Kordofan, y que en ocasiones se usa la goma de mezquite como su adulterante empleándose sobre todo en la industria alimenticia y dulcería. Se obtiene en forma de lágrimas parduscas de tamaño variable y difiere de la goma arábiga en que generalmente es de color más oscuro y no precipita en solución por adición de soluciones de cloruro férrico, borato de sodio o subacetato de plomo.

Mencionó también que la goma arábiga se importa actualmente en grandes cantidades para la industria farmacéutica, textil, dulcera y fabricantes de pastas de mucílago y betunes. Indicando que los datos de importación según el Instituto Mexicano de Comercio Exterior fueron para (1974) de 1,611,991 toneladas con un valor de \$38,452,469.

### 2.6.3. Usos Apícolas.

Martínez (1976), consideró que se debe aprovechar los extensos mezquiales, con la instalación de apiarios ya que las flores del mezquite son frecuentadas por una gran cantidad de abejas.

Gómez (1970), señaló que la abundante secreción del néctar de las flores, tiene amplia utilización en apicultura Kunhikannan mencionado por Salinas Rodríguez (1965), ha realizado investigaciones en la India, señalando que las flores de un árbol pueden producir néctar para que las abejas elaboren un kilogramo de miel.

Borga, mencionado por Gómez (1970), señaló la importancia económica del mezquite con fines apícolas e indica la necesidad de estudiar los problemas autoecológicos de la especie Prosopis.

Cerrud (1967) señaló que los apicultores del Norte de México atribuyen a las flores del mezquite gran importancia como alimento de las abejas, con la ventaja de que la planta florece tempranamente y por largo tiempo, mencionando que la miel que elaboran las abejas con el néctar de las flores del mezquite es densa, clara y de sabor agradable.

#### 2.6.4. Usos Forrajeros.

El mezquite se puede considerar como un recurso ganadero muy importante en las zonas áridas y semi-áridas del país.

A este respecto varios investigadores mencionados por Gómez (1970), señalaron su importancia. Fortum después de realizar un análisis bromatológico en las vainas de mezquite, las recomienda como un buen forraje para el ganado; años más tarde Hernández consideró al mezquite como una planta forrajera silvestre e hizo hincapié en su importancia que muchas veces pasa inadvertida a los ganaderos, opinando que es conveniente almacenar los frutos y procurar el cultivo del árbol.

Ramírez, en un estudio acerca de las plantas del Valle del Mezquital, indicó la importancia que podría tener el cultivo del mezquite en esa región, para la obtención y aprovechamiento de sus productos principalmente, su fruto con fines ganaderos. González Cosío, señaló que el cultivo del mezquite, el nopal y la jojoba pueden realizarse con éxito en el Valle del Mezquital promoviendo la riqueza ganadera de la región. Garza y Narváez, demostraron experimentalmente lo económico que es alimentar al ganado Holandés en crecimiento utilizando una ración a base del mezquite, nopal y frutos de Acacia berlandieri.

✓ Rojas (1963), señaló que las vainas de mezquite pueden ser -

aprovechadas en las raciones para cerdos, obteniéndose una economía del 15% en los costos de producción, esta economía, menciona, es por cerdo en crecimiento hasta enviarse al mercado.

✓ Cataño (1966), utilizó una mezcla de mezquite con harinolina y comprobó que tiene buena aceptación en el ganado bovino lechero, señalando además que el mezquite es una fuente barata de nutrientes digestibles totales.

✓ Cerrud (1967), consideró que el mezquite es una valiosa fuente de alimento para el ganado en las zonas áridas, ya como ramoneo, o bien como suplemento proveedor de carbohidratos y otros nutrientes.

✓ En un estudio realizado por Buzo y Avila (1970), el cual consistió en una substitución progresiva de harina de mezquite por sorgo. En la alimentación de borregos reportaron que el mezquite fué fácilmente aceptado; además de que bajaron considerablemente los costos de alimentación. Por lo que recomiendan a los ovinocultores de regiones donde abunda el mezquite que compren el fruto y lo conviertan en harina, utilizando, esta como alimento básico.

Morales (1967), mencionó que en el estado de Coahuila se explota el mezquite principalmente por su fruto que se usa como forraje, mencionando que en cuatro áreas diferentes pobladas de mezquite se encontró un promedio de 445 árboles de mezquite por hectárea, con un rendimiento promedio de cuatro kilogramos por árbol, también señaló que en una entrevista con campesinos recolectores de mezquite obtuvo la información de que se recoge un promedio de 60 kgs. por persona. Indicando que una familia que cuenta con tres hijos y el padre, recolectarán 240 kgs. que a razón de \$1.00 por kilogramo (actualmente) dará un ingreso económico de \$240.00 diarios por familia.

#### 2.6.5. Usos Forestales.

Havar, Ocutt, Huart, mencionados por Gómez (1970), señalaron la utilidad de la madera en la producción de carbón y leña.

Martínez (1976), mencionó que la madera del mezquite se utiliza para fabricar postes, durmientes, mangos de herramientas, muebles, pisos de parquet y en algunos lugares como Texas para el adoquinado de las calles; además es excelente combustible y fuente de carbón vegetal, señalando también que en el estado de Guanajuato se utiliza para la fabricación de hormas de calzado.

Escobar citado por Cerrud (1967), indicó que la madera es muy densa de color rojo oscuro en el centro y amarillo claro en la albura; es de grano fino muy resistente a la pudrición por cuya razón se le usa para postes de cercas, durmientes y ruedas de carretas. Señalando además que la madera es muy apreciada como combustible, pues arde con flama brillante y clara produciendo muy buen carbón.

Gómez (1970), mencionó que de acuerdo a datos obtenidos de fuentes estadísticas respecto a la explotación forestal del mezquite ésta alcanzó un valor total de \$35,771.00 en un lapso de diez años (1965-1975).

Rzedowki (1964), señaló que el mezquite es una planta abundante y característica de las regiones áridas de San Luis Potosí y Zacatecas, mencionando que su madera se emplea en la construcción de casas y que su madera puede durar de 75 a 100 años.

#### 2.6.6. Uso como alimento humano.

Martínez (1976) y Cerrud (1967), refiriéndose a este aspecto reportaron, que el fruto del mezquite jugó un papel importante en la alimentación de algunos pueblos indígenas mencionando que los indios, Apaches y Chichimecas hacían una harina con los frutos secos con la que preparaban una especie de pasta, conocida actualmente como mezquitamal, señalando que también obtenían una harina llamada pinole la cual usaban para hacer atole de mezquite.

Martínez (1959), mencionó que el estado de Guanajuato obtienen, una harina a partir de los frutos molidos y una bebida agradable macerando los frutos con agua alcoholizada.

Thwaites, citado por González A. (1964), reportó que las semillas del mezquite fueron utilizadas por algunas tribus Indígenas de los Estados Unidos las cuales obtenían una harina que utilizaban en la confección de tortillas.

### 3. Análisis Bromatológicos Efectuados en Vainas de Mezquite.

La aceptación que tiene la vaina como forraje así como su uso como alimento humano, condujo a que se hiciera una revisión bibliográfica sobre los análisis bromatológicos efectuados en las vainas de mezquite, tal aspecto se presenta en la tabla 2.

Cárdenas y Meras (1978), reportaron los análisis de minerales que poseen la vaina y semilla del mezquite (Tablas 3 y 4)

Martínez y Franco (1978), reportaron el análisis de carbohidratos (Tabla 5).

Torre (1976), haciendo un estudio más profundo determinó cua

litativamente los aminoácidos contenidos en las vainas de mezquite, detectados e identificados por su coloración y posición en -- las cromatoplasmas, mencionando que fueron detectados cuatro manchas, que no fue posible identificar, siendo anotadas como  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  y  $X_4$ , señalando que según Funson y Curtin corresponde a la amina-histidina (tabla 6).

TABLA 2. Análisis Bromatológicos Efectuados en Vainas de Mezquite.

Parámetros Analizados	%	Referencia
Cenizas	4.7	
Grasa Cruda	2.9	
Proteína Cruda	13.8	CHAZARO (1977)
Fibra Cruda	28.3	
Extracto Libre de Nitrógeno	50.3	
Cenizas	4.2	
Humedad	6.2	
Grasa	2.8	LOPEZ (1977)
Proteína	12.8	
Fibra Cruda	26.0	
Extracto Libre de Nitrógeno	47.0	
Cenizas totales	3.1	
Humedad	9.6	
Grasa	2.5	
Azúcares Reductores	5.8	TORRE (1976)
Azúcares Reductores Hidrolizados	20.8	
Materia Orgánica Nitrógenada	9.7	
Grasa	2.0	
Proteína	13.0	
Fibra	27.0	CATAÑO (1966)
Extracto Libre de Nitrógeno	48.0	

TABLA 3. Análisis de Minerales Contenidos en las Vainas de Mezquite.

V A I N A

Mineral	Resultado
Calcio	.134
Sodio	.082
Potasio	1.0
Magnesio	.1584
Fósforo	.006
Hierro	.040

TABLA 4. Análisis de Minerales Contenidos en la Semilla del Mezquite.

S E M I L L A

Mineral	Resultado %
Calcio	.22
Sodio	.62
Potasio	.880
Magnesio	.2016
Fósforo	.007
Hierro	.060

TABLA 5. Análisis de Carbohidratos contenidos en las Vainas Mezquite.

---

Carbohidrato	Contenido
	%
Glucosa	20
Xilosa	3
Manosa	1.7

---

TABLA 6. Determinación cualitativa de los Aminoácidos contenidos en las vainas del Mezquite.

Aminoácidos	Color
1. Treonina	Rosa-violeta
2. Acido aspártico	Violeta
3. Acido glutámico	Gris-azul
4. Glutation	Rosa-pálido
5. Serina	Rosa-oscuro
6. Glicocola	Naranja
7. Asparagina	Amarillo-naranja
8. Alanina	Rosa-pálido
9. Glutamina	Rosa
10. Dupa	Rosa
11. Tirosina	Rosa
12. Acido $\gamma$ aminobutírico	Rosa
13. Valina	Rosa-oscuro
14. Metiotina + O <sub>2</sub>	Rosa-oscuro
15. Leucina	Rosa-carmin
16. Histidina	Rosa-violeta
17. Lisina	Rosa-violeta
18. Arginina	Rosa-oscuro
19. Fenil-alanina	Azul-rosa
20. Prolina	Amarillo
21. Acido cistérico	Rosa-pálido
22. X <sub>1</sub>	Naranja
23. X <sub>2</sub>	Rosa Pálido
24. X <sub>3</sub>	Rosa-pálido
25. X <sub>4</sub>	Rosa-pálido

#### IV. O B J E T I V O

El objetivo del proyecto es ofrecer a la población humana que actualmente se enfrenta a problemas de sub-alimentación y mala nutrición, una harina, a partir de los frutos del Mezquite (*Prosopis spp*), ya sea integral o balanceada con harina de soya, trigo o maíz, con alto valor nutritivo.

Con base a este estudio se propone el cultivo e industria lización del Mezquite lo cual generaría empleo mejorando el ingreso y las condiciones de vida de esa gran masa de población que habita las zonas áridas.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Generalidades de la Zona.

La recolección de la vaina del Mezquite se realizó en la zona Centro del Estado de Jalisco, comprendiendo los siguientes Municipios, Ameca, La Barca, Ixtlahuacán de los Membrillos, Cajititlán y Ocotlán.

Anónimo (1976), señaló que la distribución del Mezquite - - Prosopis spp., en la zona Centro del Estado de Jalisco, es bastante amplia y es un componente primario del bosque Caducifolio Espinoso. Esta comunidad vegetal se caracteriza por la predominancia de árboles leguminosos espinosos que poseen una altura que varía de 4 a 10 m, el Mezquite se localiza desde los 1,100 a los 1,950-m, sobre el nivel del mar.

El suelo donde se desarrolla el Mezquite presenta una pendiente uniforme que varía del 1 al 12% de inclinación por lo que corresponde a la clase de a nivel, casi nivel, ondulados y suavemente quebrados. El tipo de suelo es Chernozem y Chesnut; de origen aluvial; profundos, estructura blocosa-angular y granular, -- consistencia firme; color café claro, negro y pardo oscuro; drenaje interno de medio a lento, generalmente se encuentra libre de pedregosidad, hay espacios de pequeñas áreas que tienen de un 10- a un 20 % y con un pH promedio que varía de 6.4 a 6.8.



Se encuentra principalmente dentro de un clima templado - subhúmedo con lluvias en verano C (wo), C (wl) y seco semicálido Bsl h' (h) F según la clasificación de Koeppen modificada por E. García y adaptadas a las condiciones de la República Mexicana, la precipitación pluvial total varía de 550 a 900 mm. con un período de lluvias de junio a septiembre, una temperatura media anual que fluctúa de los 18 a 21°C, con presencia de heladas y con una época seca de 8 a 9 meses.

Las principales especies con que se encuentra asociado -- el Mezquite son" Guamuchil, Pithecellobium dulce; huizache - - Acacia farnesiana y Acacia tortuosa; sauce, Salix chilensis sabinol, Taxodium mucronatum.

#### 5.2. Recolección de la Vaina.

La recolección se llevó a cabo en los meses de mayo, junio y agosto de 1977.

Se recolectó en forma usual que usan los campesinos la cual consiste en localizar los árboles en los cuales los frutos están completamente maduros, lo cual facilita su recolección ya que el o simplemente se mueven las ramas del árbol, el motivo de la selección del árbol es porque se observó que existe discrepancia en -- cuanto a maduración del fruto.

#### 5.3. Secado.

Se hizo un primer secado el cual consistió en exponer las vainas directamente al sol, durante dos horas, aunque, el fruto se recolectó maduro (aparentemente seco) no es posible su molienda -

en estas condiciones, por ser un fruto sumamente higroscópico -- además la gran cantidad de azúcar que contiene, dificulta su molienda.

Una vez concluidas las dos horas se observó que la deshidratación es muy lenta, además de no ser uniforme, por lo que se utilizó la estufa de desecación con termostato a una temperatura de 60 a 70°C por espacio de tres horas, con este procedimiento se facilitó su molienda.

#### 5.4. Molienda.

La molienda se efectuó en un molino Wiley de cuchillas, utilizando un tamís de 2.0 mm, con abertura circular, se prepararon cuatro muestras para efectuar su molienda, las cuales fueron:

Mezquite integral, epicarpio, semilla y tegumentos, semilla y testa, las que posteriormente fueron utilizadas para efectuar los análisis bromatológicos correspondientes, se tomó una muestra de semilla y testa la cual fué utilizada para determinar y cuantificar los aminoácidos esenciales.

Para efectuar los análisis bromatológicos se siguió el método de Kjeldahl citada por Chapman y Parker (1976), para la determinación de aminoácidos se siguió la metodología citada por L. -- Grob Robert (1972), llevándose a cabo en un cromatógrafo de gases marca Varian modelo 3700 bajo las siguientes condiciones:

Columna: Acero inoxidable de D.I. 1.1/8" longitud 6 f.t.  
Empaque OV-17 2.5% en crom-6 (G)  
Flujo gas Acarreador: N<sub>2</sub> 30 ml/min.

Programa Temperatura: Temperatura inicial 60°C durante 3/min.

Temperatura final 220°C

Velocidad 5°C/min.

La harina de semilla de Mezquite se sometió a hidrólisis - en HCL 6N posteriormente se limpiaron los aminoácidos en una columna con resina catiónica fuerte. Después se esterificaron con N butanol-HCL 3N, y se sililaron con Hexamet ildisilazan y Clor-trimetilsilan quedando preparados para su análisis en el Cromatógrafo de gases.

## VI. RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados obtenidos en el presente estudio.

TABLA 7. Análisis Bromatológico del Mezquite Integral.

---

MEZQUITE INTEGRAL.	
Humedad	4.78%
Cenizas	3.66%
Proteína	10.0%
Fibra	23.34%
Extracto no Nitrogenado	58.92%

---

TABLA 8. Análisis Bromatológico del Epicarpio (Vaina o Cáscara)

---

EPICARPIO (VAINA O CASCARA)	
Humedad	4.9%
Cenizas	9.00%
Grasas	2.50%
Proteína	7.75%
Fibra	12.80%
Extracto no Nitrogenado	62.99%

---

TABLA 9. Análisis Bromatológico de Semillas y Tegumentos.

---

SEMILLAS Y TEGUMENTOS	
Humedad	5.30%
Cenizas	3.19%
Proteína	12.12%
Fibra	36.40%
Extracto no Nitrogenado	42.99%

---

TABLA 10. Análisis Bromatológico de Semilla y Testa.

---

SEMILA Y TESTA	
Humedad	7.24%
Cenizas	5.64%
Grasas	2.04%
Protefna	35.0%
Fibra	4.30%
Extracto no nitrogenado	45.78%

---

TABLA 11. Contenido de aminoácidos esenciales de la proteína del Mezquite y su comparación con otros alimentos

Semillas y Harinas	(g de Aminoácidos/16 gr de N)								Referencias
	Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina	Fenil alanina + tirosina	Triptofano	Treonina	Valina	
	4.0	7.17	5.4	2.2	6.1	4.0	1.0	5.1	Requerimientos de La F.A.O. (1973)
Mafz (harina)	3.68	12.5	2.5	1.9	4.4	0.60	4.7	5.4	
Trigo (harina)	3.65	7.04	2.8	1.46	4.86	1.07	2.69	4.13	
Frijol	4.19	7.62	7.2	1.01	5.22	1.01	3.97	4.59	
Soya	4.7	8.19	7.23	1.34	4.94	1.36	4.74	4.99	Hernández M. (1977)
Mezquite (harina)	3.5	6.5	4.1	0.7	9.4	--*--	2.6	4.1	Datos de tesis

\* No se determinó porque se destruye cuando se hidroliza la proteína HCL 6 N

## VII. DISCUSION

El resultado en la tabla 7 con respecto a los anteriores análisis bromatológicos efectuados en las vainas del mezquite, se observa cierta diferencia siendo esta más marcada en cuanto al contenido de proteína, este factor tan importante, al igual que los demás, se debe principalmente a la gran diversidad de especies y variedades de mezquite, ya que en la zona donde se recolectó el mezquite predominan Prosopis juliflora y Prosopis laevigata, no así en los Estados del Norte donde se encuentran más frecuentemente Prosopis velutina, Prosopis glandulosa, Prosopis palmeri, Prosopis torreyana etc.

En la tabla 8 se observa que el contenido de proteína bajó lo mismo que la fibra con respecto a la tabla 7. En la tabla 9 aumentó el contenido de proteína pero también aumentó considerablemente en el contenido de fibra. En la tabla 10 se observa un aumento considerable de proteína y un bajo contenido de fibra.

En general se observa que el mayor contenido de proteína y menor contenido de fibra lo presentan la semilla y testa así como Mezquite Integral.

En la tabla 11 se muestra la relación de aminoácidos esenciales contenidos en la proteína del Mezquite de semilla y testa, se hace una comparación con harina de maíz, trigo, semillas de frijol y soya, presentando además los requerimientos de la F. A. O. - - (1973). En dicha tabla se observa que la harina de Mezquite objeto del presente estudio presenta aceptable presencia de aminoácidos - esenciales con excepción de metionina y triptofano lo cual es notable en todas las semillas. Esto hará necesario su complementación mediante la adición de aminoácidos sintéticos o proteicos, éstos últimos de preferencia, a fin de que pueda ser utilizada convenientemente para consumo humano.



## VIII. C O N C L U S I O N E S

Del presente estudio se puede derivar las siguientes conclusiones:

Que la harina de mezquite es factible de usarse como alimento dado su aceptable contenido de aminoácidos esenciales. Presentándose dos alternativas para consumo humano.

Si se usa la harina de mezquite integral, debemos balancearla con otras harinas a fin de que disminuya su contenido de fibra o bien usarla como reforzadora de harinas dado su contenido de -- proteína.

La otra alternativa es obtener de la semilla y testa para lo cual será necesario lo siguiente:

- 1.- Un molino de martillos a una determinada presión para que so lo rompa la vaina.
2. Manual o mecánicamente separar la semilla y tegumentos del - epicarpio.
3. Llevar a cabo una pregerminación a fin de que se abra o bien usar cualquier otro método físico o químico con el cual ob-- tengamos la semilla y testa, una vez logrado ésto, pasarla - a un molino de cuchillas y obtener así su harina.

Dada la multiplicidad de usos que tiene el mezquite tales co

medicinales, apícolas, forestales, alimenticios, etc., su industrialización es factible.

Además tomando en cuenta que es un recurso natural de zonas áridas y semi-áridas toda acción que sobre este árbol se tome repercutirá en una de las zonas más marginas del país donde el campesino vive en condiciones de subsistencia.

## IX. RECOMENDACIONES

A continuación se recomienda efectuar los siguientes estudios, los cuales se considera que son el complemento del presente estudio:

1. Toxicológicos, los cuales nos den la certeza que la harina de mezquite no cause ningún trastorno fisiológico o de cualquier otra índole.
2. Farinológicos, el cual nos dará a conocer el mejor uso que se le debe de dar a la harina.
3. Suplementación de la proteína de la harina de mezquite a fin de obtener ésta con su máximo valor biológico.

## X. BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO, 1976. Comisión Nacional de Coeficientes de Agostaderos. Superficie de Mezquite en Jalisco, Boletín Editado por la COTECOCA, México, D.F. pp. 2-3.
- ANONIMO, 1976. Comisión Nacional de Zonas Aridas. Objetivos y -- Funciones de la Comisión Nacional de Zonas Aridas. Edición de la CONAZA, México, D.F. pp. 3-6.
- ANONIMO, 1976. Sub-Secretaría Forestal y de la Fauna. Estadísticas del Recurso Forestal de la República Mexicana. Boletín. Editado por la Sub-Secretaría Forestal y de la Fauna. México, D.F. pp. 6-8.
- BELTRAN, E., 1964 Las Zonas Aridas del Centro y Noreste de México. - Edición del IMRNR, México, D.F. pp. 153-154-160.
- BUZO, J. y R. AVILA, 1970. Efecto de la Sustitución Progresiva del Sorgo por Vainas de Mezquite en la Alimentación - de Borregos. Boletín. Editado por el Instituto Nacional de Ovinos y Lanas, La Calera, Zacatecas, - pp. 11-13-14.
- BOURLANG, N., 1978, 3,300 Millones de Toneladas de Alimentos para evitar el hambre en la tierra. En: Occidental. -- Guadalajara, Jal. Julio 28 de 1978.
- CATAÑO, C.E. 1966. Digestibilidad y Aceptación del Mezquite con Harinolina y Urea en Ganado Bovino Lechero. Tesis - Profesional. Tecnológico de Monterrey, Monterrey, N.L. pp. 42-44.

- CERRUD, N.B., 1967. Ensayo de Erradicación del Mezquite Prosopis spp. con los Herbicidas esteron ten-ten y esteron mata-arbustos. Tesis Profesional, Escuela - de Agricultura, Antonio Narro. pp. 3-6.
- CONTRERAS, A.A., 1955. Definición de las Zonas Aridas y su Delimitación en la República Mexicana. Ponencia pre sentada en las Mesas Redondas sobre problemas - de las Zonas Aridas en México. Edición del IMRNR México, D.F. pp. 3-22.
- CARDENAS, C.B. y MERAS Z., 1978. Determinación de los Minerales-Contenidos en Prosopis spp. Tesis Profesional,- Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de - Guadalajara, Guadalajara, Jal. Tesis no Publica da.
- CHAZARO, B.M., 1977. Huizache, Acacia pennatula. Una Invasora de Veracruz, Edición del INIREB, A.C. Xalapa, Ver. pp. 3-15.
- FERRIZI, S.R., 1948. Estudio Químico y Farmacobiológico del Mezquite Prosopis juliflora. Tesis Profesional, Fa cultad de Ciencias Químicas, Universidad de Gua dalajara, Guadalajara, Jal. pp. 6-12.
- FERNANDEZ G.R., 1976. El suelo como Insumo para la Producción de Cultivos, su Conservación y Mejoramiento. Ponencia presentada, en la Reunión Nacional sobre el Sector Agropecuario. Edición del IEPES, México, D. F. pp. 14-21.



F.A.O., 1973.

GONZALEZ G.L., 1964. Plantas Curativas de México. Editorial Mexicana, México, D.F., pp. 154-156.

GONZALEZ, A., 1964. Los Recursos Espontáneos y su Economía. En: Beltrán, E. (ed.). Las Zonas Aridas del Centro y Noroeste de México, Edición del IMRNR. México, D.F. pp. 78-80. ✓

CARCIA F.L., 1967. Utilización de las Vainas de Mezquite. Prosopis spp, en la alimentación de Vacas Lecheras. Tesis Profesional, Tecnológico de Monterrey, -- Monterrey, N.L. pp. 6-14. ✓

GOMEZ L. F., 1970. Importancia Económica de los Mezquites Prosopis spp. en algunos Estados de la República Mexicana. En: Beltrán, E. (ed.) Mezquites y Huizache. Edición del IMRNR., pp. 4-24. ✓

CHAPMAN, H.D. y P.F. PRATT, 1976. Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Editorial Trillas, México, D.F. pp. 102-103.

HERNANDEZ M., 1977. Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Edición del Instituto Nacional de Nutrición. México, D.F. pp. 22.

LOPEZ G. J., 1977. Importancia del Mezquite para la Producción Forestal y Alimentación del Ganado. Curso: Manejo

jo de Pastizales, Colegio de Graduados, Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro. Saltillo, -- Coah. pp. 6-8.

1. GROB, R., 1972. Modern Practice of Gas Chromatography. Edición-  
Johon & Sons, New York. pp. (            )

MARTINEZ, M., 1959. Plantas Útiles y Perjudiciales de la Flora Me-  
xicana. Edición, Botas, México, D.F. pp. 298-280.

MARTINEZ C. y E. FRANCO, 1978. Estudio Analítico sobre los Carbohi-  
dratos, Contenidos en la Harina de Mezquite. Te-  
sis Profesional, Facultad de Ciencias Químicas, -  
Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. Te-  
sis no publicada. X

MARTINEZ O.E., 1976. El Mezquite. Comunicado No. 6 sobre Recursos-  
Bióticos del País. Boletín. Editado por el INIREB, ✓  
Xalapa, Veracruz.

MORALES P.A., 1967. Explotación del Mezquite Prosopis spp. En el  
Municipio de San Pedro Coahuila. Tesis Profesio-  
nal, Escuela Superior de Agricultura, Antonio Na-  
rro, Saltillo, Coahuila. pp. 1-12.

RZEDOWKI, J., 1964. Botánica Económica. En: Beltrán, E. (ed.) Las  
Aridas del Centro y Noreste de México, Edición -  
del IMRNR. México, D.F. pp. 139.

ROJAS V.A., 1963. Contribución al Estudio de las semillas del Mez-  
quite en la Alimentación de Cerdos. Tesis Profe-  
sional, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootec- ✓  
nia. UNAM, México, D.F. pp. 4-5.

- SALINAS R.R., 1965. Maldu Polvoriento del Mezquite Prosopis spp. en México. Tesis Profesional, Escuela Superior de Agricultura, Antonio Narro. pp. 1-9.
- SANCHEZ D.N., 1976. La Investigación Agrícola y su Impacto en el Desarrollo. Ponencia presentada en la Reunión Nacional sobre Agricultura (Riego y Temporal). Edición IEPES., Culiacán, Sinaloa.
- SIGNORET P.J., 1970. Datos sobre Algunas Características Ecológicas del Prosopis laevigata y su Aprovechamiento en el Valle del Mezquital. En: Beltrán, E. (ed.) Mezquites y Huizaches, Edición del IMRNR. México, D.F. pp. 73-95.
- TORRE F.A., 1976. Coloración que presentan los Aminoácidos en Cromatografía en capa delgada, Contenidos en las -- Vainas de Mezquite. Boletín Editado por el Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.