



22ej
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ZARAGOZA"

CARACTERIZACION NUTRICIONAL DEL MEZQUITE
"Prosopis laevigata (H & B ex Willd) m.c. Johnston"
EN TRES EPOCAS DE CORTE.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

RICARDO BARRIOS TENORIO

ASESORES:

Ivonne Vargaz Ajuria.

Fernando Pérez-Gil Romo.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAG.
I INTRODUCCION	1
II ANTECEDENTES	4
III CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL MEZQUITE....	9
IV CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO ...	18
V MATERIAL Y METODO.....	23
VI DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	29
1.- ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.....	30
2.- FRACCIONES DE FIBRA.....	39
3.- HIERRO Y VITAMINAS.....	47
4.- FACTORES ANTIFISIOLOGICOS Y COMPUESTOS TOXICOS.....	56
5.- DIGESTIBILIDAD.....	62
VII CONSIDERACIONES FINALES.....	74
APENDICES.....	81
BIBLIOGRAFIA.....	84

I.- INTRODUCCION.

El aprovechamiento adecuado de los recursos naturales renovables de México, es uno de los aspectos que mas han preocupado y preocupan al hombre en las actualidad; de aquí surge la necesidad de conocer cada uno de los recursos vegetales para potencial de uso, a la vez de enfocar los problemas relacionados con su manejo y conservación (27).

Los llamados comúnmente "mezquites", constituyen parte importante de la flora nacional, alcanzando inclusive carácter predominante en las zonas áridas y semiáridas, las cuales cubren más del 50.0% del territorio nacional (27).

Tomando en cuenta la abundancia de estas plantas en México, la actitud que frente a las mismas se tome, repercutirá directamente sobre la economía y, consecuentemente en el bienestar de sus habitantes, ya que el hombre obtiene diversos beneficios de su madera, de su goma y de sus frutos maduros principalmente, sin embargo, no se ha dado la atención debida al aprovechamiento de las hojas, flores y vainas inmaduras, como fuente de alimento no convencional, pues se pone de manifiesto la significancia alimenticia del ramoneo del follaje y mas aún, la utilización de las vainas por parte de los animales rumiantes en época de sequía.

Razón por la cual, la importancia de esta investigación estriba en analizar al mezquite "*Prosopis laevigata* (H & B ex Willd) M. C. Johnston" en tres épocas de corte;

la primera en estado vegetativo en la que se analizan las hojas con tallo y hojas solamente, en el segundo corte se analizan las flores y en el tercer corte los frutos.

Con el fin de obtener información del máximo potencial alimentario, en algunas de sus expresiones fenológicas; es - decir, en hojas con tallo, hojas, flores y / o frutos para el abastecimiento de proteínas, que son necesarias para la - alimentación de los animales, principalmente en época de escasez de alimento, donde la mayoría de los cultivos forrajeros se mermán, debido a las extremas temperaturas que existen en las zonas áridas.

Por tal motivo, es necesario conocer algunos aspectos nutricionales, antifisiológicos y tóxicos; así como, la evaluación de la digestibilidad *in situ* de cada una de las partes vegetativas, para poder ser empleada como un "alimento - no convencional", de manera tal, que el ganadero obtenga las siguientes ventajas:

- 1.- Disponibilidad del alimento en cualquier época del año.
- 2.- Obtención de proteínas de origen animal, a través de la alimentación de pequeños rumiantes, evitando la competencia alimenticia entre los animales y el hombre.

Para tales propósitos, se ha seleccionado el municipio de Ajalpan-Puebla (loc) debido a las siguientes característi

cas generales:

1.- Se trata de una zona muy árida, donde son comunes: la baja precipitación, altas temperaturas, escasa humedad atmosférica, insolación intensiva, vientos fuertes y alto contenido de sales en el suelo (27).

2.- Existe una alta erosión de tipo sólica y pluvial, además ocasionada por el hombre, quien ha talado amplias zonas antes cubiertas por el "mezquite", debido a la introducción de una pequeña agricultura de temporal que no siempre le rinde beneficios al campesino, provocando que el aprovechamiento de las vainas del mezquite sea de poca importancia y muy esporádica.

3.- Se pone en evidencia el máximo potencial alimentario del "mezquite" en época de sequía, principalmente para animales rumiantes.

4.- Por otra parte, en algunas regiones cercanas a la zona de estudio (San Antonio Cañada), se producen cantidades considerables de vainas, que no son recolectadas por los campesinos, las cuales se pudren en el campo.

5.- Desde el punto de vista forestal, tiene importancia a nivel doméstico, ya que los campesinos usan la madera del "mezquite" para la construcción de sus chozas y obtención de leña para combustible.

II.- ANTECEDENTES.

Respecto a su aprovechamiento se sabe que en la época prehispanica se utilizaban sus hojas, raíces, yemas y cortezas con fines medicinales (30).

A fines del siglo pasado y principios del presente, Alcocer (03), Huart (35), Herrera (34) y Morales (60), mencionan varios usos medicinales de esta planta; así como, la utilidad de su madera en la producción de carbón y leña. Ya hacia 1902, se daba el nombre de "Mezquitales" a los lugares donde abundaba la planta (35).

En 1911 el análisis de las vainas, realizado por Fortum (23), condujo a recomendarlas como forraje para el ganado; años más tarde Hernández (32), consideró al mezquite como forrajera silvestre e hizo hincapié de su importancia, -- que muchas veces pasa inadvertida a los ganaderos, opinando que es conveniente almacenar los frutos y favorecer el cultivo del árbol.

En 1937, Ramírez (67), en un estudio acerca de las plantas del Valle del Mezquital, indica la importancia que puede tener el cultivo del mezquite en esa región, para la obtención y aprovechamiento de sus productos.

En 1955, Hernández (33), habla de la corteza de *Prosopis odorata* para el tratamiento de las heridas, y de los frutos de *Prosopis juliflora* como alimento, en un estudio de --

las plantas xerofíticas de Baja California, Chihuahua y Sonora. González Cosío (28) dice que el cultivo del mezquite, - el nopal y la jojoba puede realizarse con éxito en el Valle del Mezquital promoviendo la riqueza ganadera de la región.- Martínez (50) en ese año, menciona todos los usos del mezquite y recomienda su cultivo en zonas pobres de clima templado.

En 1963, Borja (08) menciona la importancia económica del mezquite con fines forestales, ganaderos y apícolas, e indica la necesidad de estudiar los problemas autoecológicos de las especies de *Prosopis*, para posteriormente intentar el mejoramiento de dichas especies, mediante la creación de bancos genéticos.

Madom's (46), Oosting (62) y Miranda (58), consideran al mezquite de gran importancia ecológica dentro de la formación de suelo, que por su amplio sistema radical permite la retención del mismo evitando con ello la erosión; además, es un indicador de condiciones áridas y mantos freáticos, sobre los cuales se podrían abrir pozos y practicar el riego, con la implantación de cultivos subsecuentes que ayudarían a disminuir la erosión eólica y pluvial.

Shuster (74) y Simpson (76) mencionan los principales grupos de insectos visitantes del mezquite (*Prosopis* sp) que suelen causar severos daños durante la fructificación y la podación, los principales miembros pertenecen a las siguientes familias: Apimorphidae, Bruchidae, Cercopidae, Cynipidae, Diaspididae, Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae y Sa

turniidae.

Del orden Coleóptera, miembros de la familia Bostrichi-
dae, Cerambycidae y Chrysomelidae; atacan principalmente --
las raíces, troncos y ramas de los árboles, provocando la --
muerte de éstos.

Forman parte de los principales desfoliadores las órde-
nes: Lepidóptera (mariposas y polillas) en estado larvario,-
Ortóptera (saltamontes) e Isóptera (termitas).

Miembros de la órden Homóptera (pulgones, cochinillas_
y cigarras) se alimentan de las flores del mezquite, como de
sus semillas.

Juegan un papel muy importante en la polinización las_
órdenes: Hemíptera (avispas, abejas y hormigas) y Lepidópte-
ra (estado adulto).

En 1970, Gómez y cols (27), mencionan el valor de la -
producción forestal del mezquite "*Prosopis laevigata*" en nue-
ve entidades federativas que son: Sonora, Coahuila, San Luis
Potosí, Zacatecas, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Guanajua-
to y Puebla, que a excepción de éste último estado, contribu-
yen a la economía mexicana con \$34,417,499.00, siendo princi-
palmente el Estado de Sonora el que aporta más del 50% de es-
ta cantidad; mientras que en el Estado de Puebla, no se han
registrado datos de la explotación forestal del mezquite, -
siendo uno de los estados que posee diversas áreas de "mez--

quitales" sobre todo la parte Sur, principalmente en los municipios de Ajalpan, Zoquitlán y Zinacatepec entre otros.

En 1973, López (45) en un estudio cualitativo, menciona la influencia en la poda y la acción del ácido 3-Indolbutírico en la floración y fructificación del mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), observándose que la poda -- provoca un retraso en la formación de brotes y flores (tres meses) y la aplicación del ácido 3-Indolbutírico favorece el tamaño de éstos, obteniéndose frutos más grandes y uniformes.

En 1976, Martínez (48) informa sobre la composición química de la goma de mezquite, encontrándose como componentes principales: ácido metoxiglucurónico, galactosa y arabinosa, la cual es empleada para la obtención del mucílago.

En 1979. Mc Dowell et al (52), reportan el análisis químico proximal de las hojas y frutos del mezquite "*Prosopis chilens*".

En 1983, Del Valle y cols (17), analizan el pericarpio, las testas y las almendras de las vainas del mezquite "*Prosopis juliflora*", concluyendo que en su totalidad cada una de las fracciones se pueden emplear en la alimentación humana, algunas como el pericarpio y las testas deben ser -- utilizadas con ingredientes bajos en fibra cruda como los ce reales, otras leguminosas o mezclas.

En un trabajo más reciente Pérez Gil y colaboradores_ (64), reportan la utilización de las semillas del mezquite - "*Prosopis laevigata*" como fuente de alimento no tradicional_ para la alimentación del ganado.

III.- CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL MEZQUITE.

Con el nombre común de "mezquite", se conoce no solo a la especie *Prosopis laevigata*, sino también, otros organismos vegetales de este género, así como de: *Cassia e Inga* - (49).

La especie *Prosopis laevigata*, se llama también en diferentes partes de la República Mexicana: mezquite (del Náhuatl: mizquitl), chachaca, chúcata, tziritzecua (Michoacán), algarrobo (Colima, Jalisco y Nayarit), tahí (Otomí) y utuh - (Huasteco) (49).

Taxonómicamente pertenece a la división: Embriophyta - siphonogama, subdivisión: Angiospermae, orden: Rosales, familia: Leguminosae, subfamilia: Mimosoideae, Tribu: Adenanthareae, género: *Prosopis*, especie: "*Prosopis laevigata* (humb & Bonpl ex Willd) M. C. Johnston" (29).

Morfológicamente, es una planta leñosa, perenifolia, - de aspecto variable que puede alcanzar una altura de 6 m, el tronco mide de 50 a 80 cm (d.a.p.), la copa es redonda y simétrica, las ramas son encorvadas, irregulares y muy separadas por lo que no proporciona mucha sombra, las ramitas son delgadas con poca pubescencia, las yemas miden de 4 a 9 mm - (Figura #1), su ápice y base son redondeadas, las hojas miden de 4 a 11 cm de largo, se presentan en posición bipinnada hasta de 3 a 6 cm de longitud, las flores son hermafrodi-

tas (Figura #2), actinomorfas, con cinco sépalos, cinco pétalos, con un androceo constituido por diez estambres, con un gineceo y ovario súpero, son sumamente pequeñas; se presentan en forma de inflorescencias alcanzando una longitud de 10 cm, producen un aroma y néctar agradable indispensable para la polinización zoofila.

Es una planta alógama con protiginia, pues en la flor joven se expande primero el estigma y posteriormente en estado maduro los estambres, los cuáles pierden su glándula apical. El mezquite empieza a florecer en febrero y continua -- hasta abril. Sus legumbres son lineales y comprimidas primero y en la madurez casi cilíndricas y comprimidas entre las semillas que son de 10 a 20. La cubierta exterior de la vaina es coriacea, color paje marcada de rojo, envuelve al mesocarpio que consta de una pulpa gruesa, esponjosa, de sabor dulce, que rodea a su vez a un endocarpio papiráceo con compartimientos para las semillas. La maduración de las vainas principia en los meses de junio y julio, de tal manera que -- en agosto han adquirido su forma abultada, los frutos más -- grandes miden de 15 a 20 cm y los más pequeños de 5 a 10 cm (Figura #3). Las semillas son oblongas, aplanadas y oscuras casi negras, su diseminación es zoocora y endozoica (27).

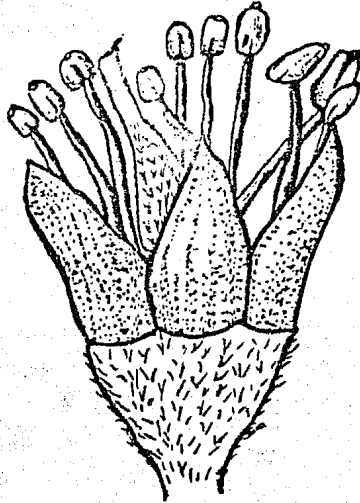
La planta, presenta una raíz primaria y gruesa con hendiduras que dividen la superficie en láminas cortas y gruesas, su corteza es de 5 a 18 mm de espesor, de color rojo oscuro. La madera de esta leguminosa es pesada, compacta y --



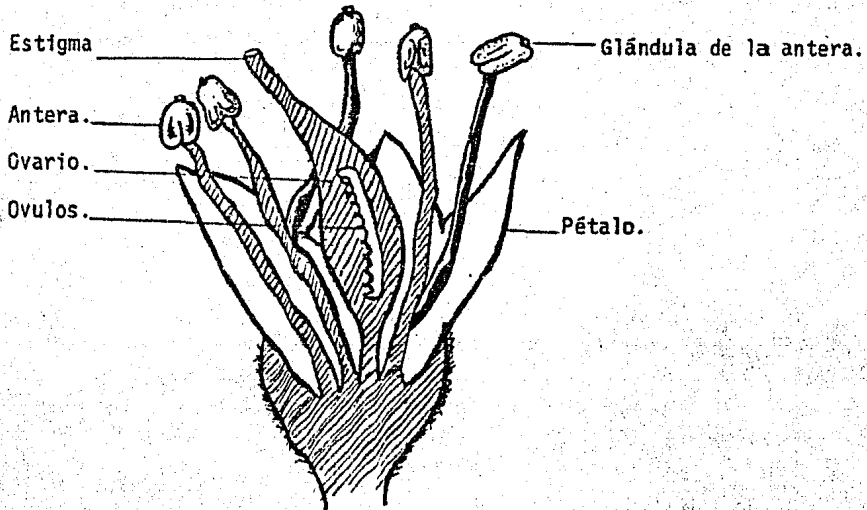
RAMA DE MEZQUITE.
(Escala 1:1)

FIGURA NUM. 2
FLORES DE MEZQUITE.

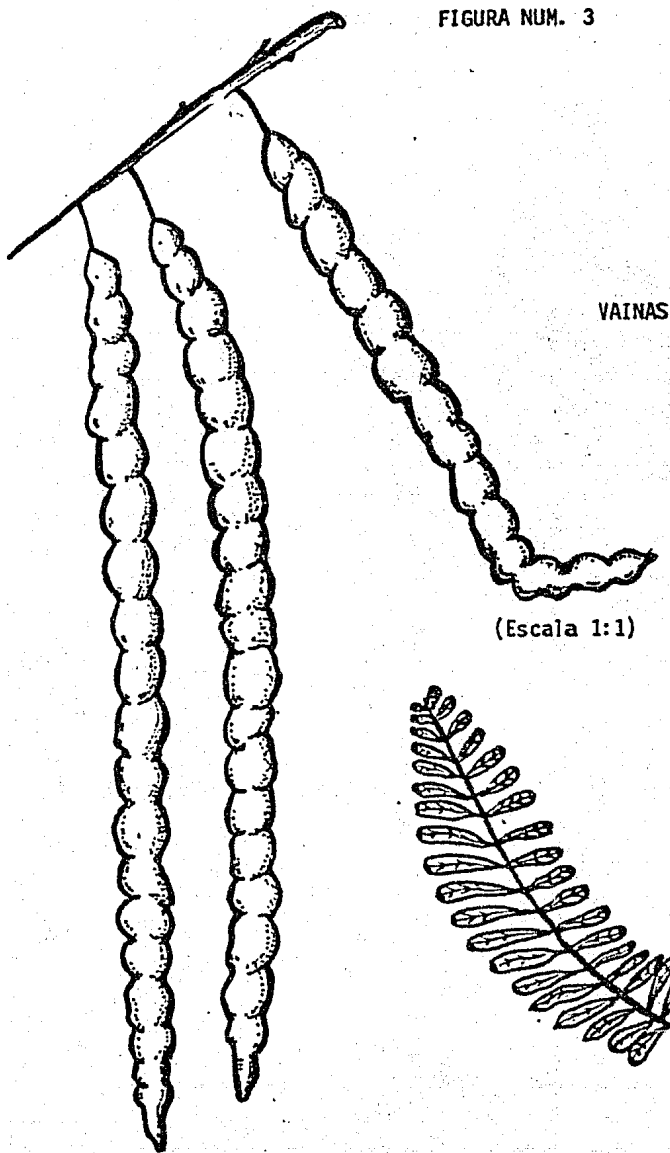
12



Flor Completa.

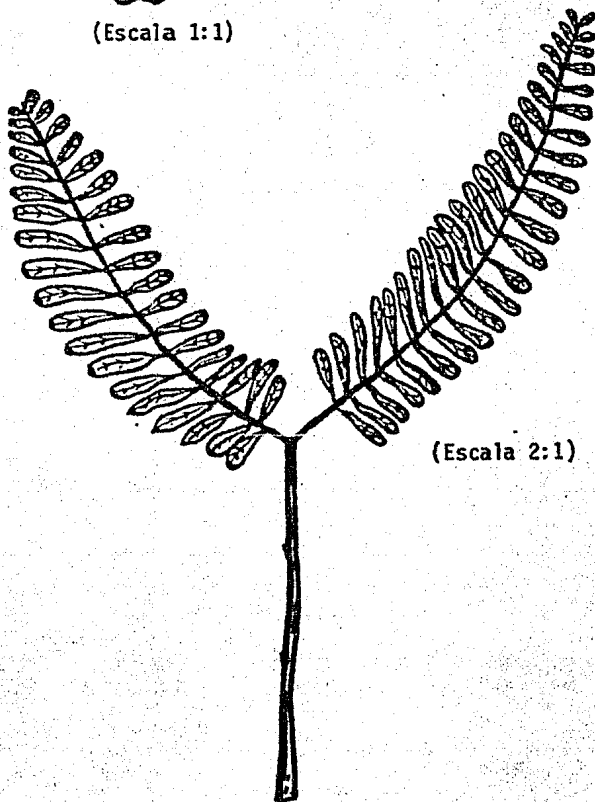


Corte longitudinal.
(Escala 3:0.1)



VAINAS

(Escala 1:1)



(Escala 2:1)

HOJA

susceptible de un hermoso pulimento; contiene 6.21% de taninos, por lo que se usa en tintes y curtientes (27); además, de ser muy resistente a la pudrición por lo que se emplea para hacer durmientes, postes, muebles, proporcionando lo mismo que la raíz un excelente combustible (27). El mezquite produce una goma semejante a la arábiga, de color ámbar que exuda de la corteza y se condensa en las rugosidades de los árboles viejos con más frecuencia que en los jóvenes, se aumenta su producción haciendo incisiones en la corteza. Esta goma se produce sobre todo en el mes de mayo y se cosecha antes de la época de lluvias.

Nutricionalmente, por su alto contenido de azúcar, las vainas del mezquite sirven para la preparación de bebidas - no fermentadas como el mezquitatole y fermentadas como es el caso de un producto destilado semejante al mezcal; además, - de obtenerse una harina nutricional denominada "pinole". Las semillas de esta leguminosa son mezcladas con las de la especie *Coñílea sp.*, para la obtención de una bebida hecha por infusión denominada "café" (04).

Ecológicamente, el género *Prosopis* es un elemento pantropical, se encuentra fitogeográficamente bien representado en el Reino Neotropical, ubicándose en la Región Caribeña y ocupa las siguientes provincias florísticas (Mapa #1):

...

1.- PROVINCIA COSTA PACIFICA.

Se extiende en forma de una franja angosta e ininterrumpida desde el Este de Sonora y Sur-Oeste de Chihuahua hasta Chiapas, prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica. A nivel del Istmo de Tehuantepec se bifurca para englobar también la Depresión Central de Chiapas. A grandes rasgos le corresponde el clima caliente y semihúmedo, tendiendo a veces a semiseco, el Bosque Tropical Caducifolio y el Bosque Tropical Subcaducifolio son los tipos de vegetación más frecuentes. Presenta un número relativamente elevado de especies endémicas, aunque muchas de ellas penetran también en la Depresión del Balsas.

La familia Leguminosae, está particularmente bien representada y al menos en muchas comunidades climax, predominan en lo que toca al número de especies sobre todas las demás familias (70).

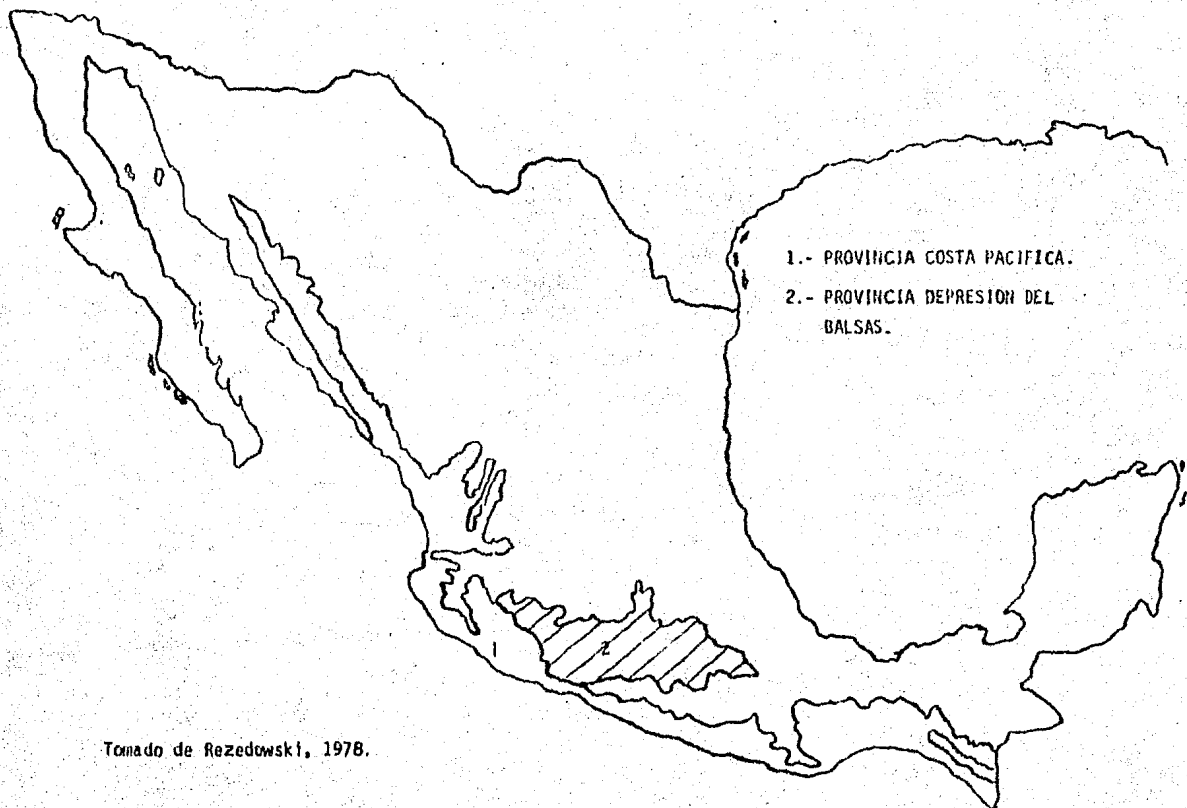
2.- PROVINCIA DEPRESION DEL BALSAS.

Se intercala entre el eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur e incluye partes de Jalisco, Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla y Oaxaca. Su flora, clima y vegetación, son parecidas a los de la Provincia de la Costa Pacífica de la cual constituye quizá solo un ramal (70).

Presenta un número de especies endémicas, cuyo origen debe haberse propiciado por la ubicación peninsular de esta

MAPA NUM. 1

PROVINCIAS FLORISTICAS DEL GENERO PROSOPIS



Tomado de Rezedowski, 1978.

depresión. El genero *Bursera* ha tenido un espectacular centro de diversificación en esta provincia y sus miembros forman una parte importante de la vegetación, relegando a segundo término a las leguminosas (70).

IV. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La comunidad vegetal estudiada en la presente investigación, se encuentra ubicada políticamente al Noroeste del Municipio de Ajalpan-Puebla, a una distancia de 1.5 Km.

Sus poblaciones más cercanas son: Vicente Guerrero, -- Eloxochitlán, San Antonio Cañada, Tehuacán, Zoquitlán, Altepexi, Zinacatepec y Coxcatlán (Mapa #2).

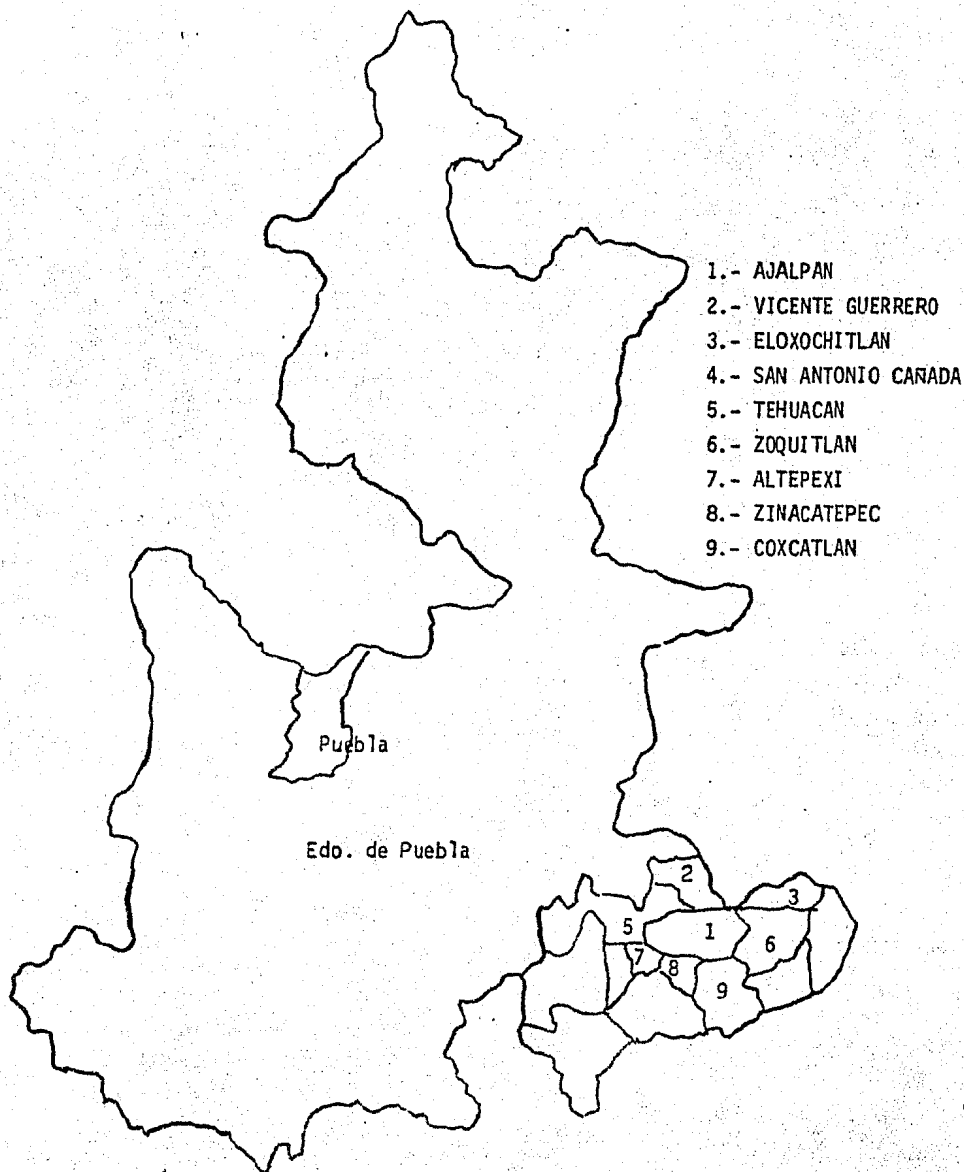
De acuerdo a la clasificación del Estado de Puebla, dada por la S.I.C. (66); la zona de estudio corresponde a la parte Sur.

Geográficamente, la zona se localiza a los $18^{\circ}20'$ Latitud Norte y a los $97^{\circ}15'$ Longitud Oeste, a una altitud aproximada de 2000 m.s.n.m., con una inclinación de 3° (Carta -- hipsográfica, D.G.G.).

Orográficamente, limita al Norte y al Este con la Sierra de Puebla y las Mixtecas, al Centro y al Oeste con el Valle de Puebla y al Valsequillo (66).

Su clima es del tipo BWhw (Carta de climas, S.D.N.), -- según la modificación al sistema de clasificación de Köppen (25), corresponde a un clima desértico o muy seco, con lluvias en verano, con precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm (Carta de precipitación total anual, D.G.G.), con temperatura media anual de 20 a 22°C (Carta de temperatura media --

POBLACIONES CERCANAS A LA ZONA DE ESTUDIO



Tomado de Porras, 1978.

anual, D.G.G.).

La vegetación se desarrolla en un suelo de unidad Luvj sol (L), con subunidades Cálculo (Lk) y Ortico (Lo), este -- suelo tiene como característica: Acumulación de arcilla en -- el subsuelo con tonalidades rojas, moderadamente ácido y -- susceptible de erosión (Carta edafológica, D.G.G.).

Se ve cruzada en dirección Oeste-Este por la vía del -- ferrocarril y por la carretera 131-México (Carta topográfi-- ca, D.G.G.).

Presenta un microrrelieve accidentado, en donde existe una pequeña corriente de agua, proveniente del río Tehuacán.

La zona de estudio, limita al Norte y al Este con una -- zona de agricultura de temporal e inclusive de pequeño rega-- dió, al Sur y Oeste con Matorral Xerófilo (Carta uso del sue -- lo, D.G.G.).

Tomando en cuenta la fisonomía de la comunidad vegetal, ésta pertenece a una vegetación secundaria representativa -- del Bosque Espinoso de la clasificación de Rzedowski (69), -- debido a las siguientes características:

- En la comunidad vegetal, solo domina el estrato arbó -- reo que presenta como característica en común "espinas".

- La vegetación se desarrolla, en una zona muy pertur-- bada por el hombre, quién ha establecido cultivos (principal

mente maíz), corrales para animales, y tala algunas zonas de la vegetación secundaria del Bosque Espinoso para la obtención de durmientes y leña para combustible, principalmente - obtiene estos beneficios de la especie *Prosopis laevigata*. - Asimismo, se nota la introducción de algunos animales, correspondientes al ganado vacuno, caprino y caballar.

Estructuralmente, esta vegetación secundaria del Bosque Espinoso, presenta la siguiente diagnosis:

- Estrato arbóreo.- Mide de 3 a 6m, presentando una cobertura del 60 al 80%.

Se encuentra constituido principalmente por las especies:

Cercidium praecox (Ruiz & Pavón) Harms.

Prosopis laevigata (H & B) M. C. Johnston.

Ziziphus mexicana Rose.

Ziziphus amole (Moc & Sessé) M. C. Johnston.

- Estrato arbustivo.- Mide de 80 cm a 2m, presenta una cobertura del 18%.

Se encuentra constituido principalmente por la especie:

Acacia farnesiana (L) Will.

- Estrato herbáceo.- Este estrato se encuentra poco desarrollado (30 a 60cm), siendo casi nulo.

Algunos representantes son:

Carlowrightia glandulosa Rob & Freemm.

Floveria ramosissima E. W. Klaf. t.

Gomphrena decumbens Jacq.

Xanthium spinosum Mill.

- Estrato epífita.- Constituido principalmente por:

Tillandsia recurvata L.

- Entre los elementos del Matorral Xerófilo, presentes en la localidad están:

Agave horrida Jacobi.

Mammillaria elegans D.C.

Myrtillocactus geometrizans Mart.

Opuntia tomentosa S.D.

- Plantas introducidas por los habitantes de la localidad:

Leucaena leucocephala (Lam) De Wit.

Schinus molle L.

Zea mays L.

En general, el Bosque Espinoso, representa la máxima concentración de la especie *Prosopis laevigata*, que se distribuye principalmente en la Vertiente Pacífica entre Sinaloa y Oaxaca, así como en el Centro y Noroeste del país (70).

V.- MATERIAL Y METODO.

La presente investigación es el resultado de una serie de estudios tanto de gabinete, campo y laboratorio, efectuados durante el período de Agosto de 1983 a Abril de 1985.

Para la localización de la zona de estudio, se utilizaron las cartas edafológica, turística, hipsográfica, precipitación total anual, temperatura media anual, uso del suelo y topográfica de la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, con escala 1:1,000,000. Así como, la carta de climas 14 Q-VI de la Secretaría de la Defensa Nacional - en colaboración con el Instituto de Geografía (U.N.A.M.) con escala 1:500,000.

Para la realización de este trabajo, se efectuaron 8 - salidas, llevando a cabo la primera en el mes de Agosto exclusivamente para el reconocimiento de la zona de trabajo, - toma de muestras, llenado de la forma de caracterización ecológica, así como, toma de fotografías.

Las subsecuentes salidas quedaron distribuidas de la siguiente manera:

- Septiembre y Octubre: Primera época de corte del mezquite en estado vegetativo.

- Enero, Febrero y Marzo: Segunda época de corte del mezquite en estado de floración.

- Mayo y Junio: Tercera época de corte del mezquite en estado de fructificación.

Las colectas del mezquite *Prosopis laevigata* en las tres épocas de corte, fueron recolectadas de la siguiente manera:

Se seleccionaron al azar, árboles jóvenes, muy frondosos y vigorosos, de una talla aproximada de 3 a 5 m de altura, con follaje muy verde, flores llamativas y frutos inmaduros de aproximadamente 10 cm de largo.

La selección del material para el análisis bromatológico a partir de las tomas de colecta, se realizaron manualmente. En hojas con tallo y vainas inmaduras, dado su tamaño y composición, se trataron como alimentos toscos (77); es decir, se cortaron en trozos pequeños de aproximadamente 4 cm de largo para una mejor manipulación, a excepción de las hojas y flores, que por su pequeño tamaño y apariencia delicada no necesitaron ser cortadas.

Una vez realizado lo anterior, cada una de las muestras se sometió a una temperatura promedio de 70°C, con la finalidad de calcular el porcentaje de humedad y obtener el material seco.

Una vez realizado lo anterior, se efectuó la molienda y se obtuvo una harina de textura muy fina, la cual paso a través de una malla de 1 mm de diámetro.

Cada una de estas muestras fue homogenizada y colocada en frascos de color ámbar, previamente limpios y etiquetados.

La cantidad total de materia seca empleada para las de terminaciones del análisis bromatológico fue menor a 500 g.

Cada una de las determinaciones se realizaron por tri- plicado.

Las determinaciones químicas para cada una de las mues tras (hojas con tallo, hojas, flores y vainas inmaduras) -- fueron las siguientes:

1... Análisis Químico Proximal:

1.1. Determinación de humedad.

Método 14.004 (06).

1.2. Determinación de cenizas por incineración.

Método 14.006 (06).

1.3. Determinación de extracto etéreo por extracción con -
solventes.

Método 7.045 (06).

1.4. Determinación de extracto libre de nitrógeno.

Método por diferencia de 100, en la sumatoria de los -
porcentajes obtenidos en las determinaciones de extrac-
to etéreo, proteína cruda, fibre cruda y cenizas.

1.5. Determinación de fibra cruda por hidrólisis ácido-alca
lina.

Método 7.054 (06).

- 1.6. Determinación de proteína cruda por Macrokjeldahl.
Método 2.049 (06).
- 1.7. Determinación de valor calórico.
Método basado en las Kcal/g de un alimento, tomando en cuenta que los carbohidratos y las proteínas proporcionan 4 Kcal/g y los lípidos 9 Kcal/g.
- 2... Fracciones de Fibra cruda.
 - 2.1. Determinación de paredes celulares.
Método de Van Soest (77).
 - 2.2. Determinación de contenido celular.
Método de Van Soest (77).
 - 2.3. Determinación de celulosa.
Método de Van Soest (77).
 - 2.4. Determinación de hemicelulosa.
Método de Van Soest (77).
 - 2.5. Determinación de lignina.
Método de Van Soest (77).
 - 2.6. Determinación de sílice.
Método de Van Soest (77).
- 3... Minerales:
 - 3.1. Determinación de hierro.
Método calorimétrico (06).
- 4... Vitaminas:
 - 4.1. Determinación de tiamina.
Método del tiocromo (01).

- 4.2. Determinación de riboflavina.
Método de la piridina (01).
- 4.3. Determinación de niacina.
Método de bromuro de cianógeno (06).
- 4.4. Determinación de ácido ascórbico.
Método colorimétrico (06).
- 5... Factores antifisiológicos:
 - 5.1. Determinación del factor antitripsico.
Método de Kakade (37).
 - 5.2. Determinación de fitohemaglutininas.
Método de Jaffé, modificado por Levy & González (36).
- 6... Compuestos tóxicos:
 - 6.1. Determinación de taninos.
Método de Pearson (63).
 - 6.2. Determinación de saponinas.
Método de Monroy (59).
 - 6.3. Determinación de glucósidos cianogénicos.
Método cualitativo (01).
 - 6.4. Determinación de alcaloides.
Método cualitativo (83).
- 7... Determinación de la digestibilidad *in-situ*.
 - 7.1. Digestibilidad de la materia seca.
Método de Mehrez & Arskov (54).
 - 7.2. Digestibilidad de la proteína.
Método de Mehrez & Arskov (54).
 - 7.3. Digestibilidad del contenido celular.

Método de Mehrez & Arskov (54).

7.4. Digestibilidad de la pared celular.

Método de Mehrez & Arskov (54).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza para un diseño completamente al azar. Para comparar entre medias de las diferentes partes vegetativas, se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan con una probabilidad de $p \leq 0.05$ (12, 15, 79).

VI.- DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS.

CUADRO No. 1
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

MUESTRA	HUMEDAD % (M.H)	CENIZAS % (M.S)	E. ETereo % (M.S)	E.L.N. % (M.S)	FIBRA CRUDA % (M.S)	PROTEINA CRUDA % (M.S)	V. CALORICO CAL/100 g (M.S)
HOJAS CON TALLO	46.29	05.55	02.68	46.87	30.87	14.01	268.0
	+ 0.27	+ 0.02	+ 0.13		+ 0.89	+ 0.43	
	a	a	a		a	a	
HOJAS	51.66	05.82	04.81	43.00	26.83	19.54	294.0
	+ 0.06	+ 0.02	+ 0.08		+ 0.99	+ 0.51	
	b	b	b		b	b	
FLORES	55	07.19	04.31	40.87	22.47	25.16	305.0
	+ 0.01	+ 0.018	+ 0.23		+ 2.87	+ 0.23	
	c	c	c		c	c	
	67.13	05.66	02.25	43.70	23.51	24.88	295.0
	+ 0.003	+ 0.02	+ 0.10		+ 0.12	+ 0.11	
	d	ab	d		c	c	

a,b,c,d:

Medias de columna con diferente literal, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

Donde: M.H.= Materia húmeda.

M.S.= Materia seca.

E.L.N.: Extracto libre de nitrógeno.

DETERMINACION DE HUMEDAD.

La determinación de humedad en la mayoría de los forrajes frescos oscilan entre un 70 a 80% de agua. Este por ciento es de gran importancia en la explotación pecuaria, debido a que un alimento con alto índice de humedad no se puede almacenar por períodos largos de tiempo, puesto que prosiguen los procesos enzimáticos y se crea el medio adecuado para el desarrollo y proliferación de microorganismos como son los hongos *Aspergillus flavus* v *Aspergillus parasiticus* (77), -- los cuales provocan la alteración de los nutrimentos en los alimentos, produciéndose metabolitos tóxicos como las aflatoxinas, las cuales son altamente tóxicas y cancerígenas; no obstante, el precio de un alimento con alto índice de humedad, si es vendido en base a la materia seca, éste eleva demasiado su costo, lo cual no tiene ventajas, ni rendimientos satisfactorios, para los ganaderos de las zonas áridas.

Tomando en consideración, el por ciento de humedad en los forrajes frescos, con el obtenido en las cuatro muestras vegetativas del mezquite (Cuadro #1) que oscilan en un rango de un 40 a un 70%; en caso de almacenamiento, se recomienda sea por períodos cortos y en lugares frescos.

De acuerdo al análisis estadístico para cada una de las partes vegetativas, el por ciento de humedad es diferente para cada muestra analizada, presentándose el máximo nivel en vainas, siguiendo las flores, hojas y hojas con tallo.

Estos resultados, se deben principalmente, a la translocación de nutrimentos, en este caso en particular agua a través del xilema, los cuales parten de las estructuras de sostén (raíces) hacia las partes aéreas, es decir, hacia las partes en crecimiento, dónde la producción de frutos tiene la máxima prioridad, y es natural que estas sustancias alimenticias sean acumuladas en las partes vegetativas y después translocadas y usadas posteriormente para la producción de semillas (24). Sin embargo esto no ocurre en las hojas con tallo, debido al desarrollo de la pared celular, de tal manera que se obtiene un menor contenido de agua.

DETERMINACION DE CENIZAS:

Las cenizas forman la parte mineral de un alimento, su composición es variada pues contiene tanto macroelementos como oligoelementos que ayudan al crecimiento de la planta entre algunas funciones (77).

La asimilación y translocación de estos minerales, se incrementa hacia las partes en crecimiento o hacia la formación de nuevas estructuras vegetativas (24).

De aquí, que los resultados obtenidos (Cuadro #1), vayan incrementándose desde las muestras de hojas con tallo, - hojas y flores, lo que no ocurrió en el caso en particular - de las vainas, lo cual se comprobó estadísticamente, donde - los frutos analizados, proporcionan la misma cantidad de mi-

nerales que las hojas con tallo y hojas, encontrándose diferencias significativas con respecto a flores.

DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo:

La composición del extracto etéreo en los vegetales es muy variada, ya que además de contener aceites, puede encontrarse cualquier compuesto que pertenezca a los lípidos, ya sea que posea o no valor nutritivo, por ejemplo; las vitaminas liposolubles, fosfolípidos, lipoproteínas, glucolípidos, ceras, parafinas y pigmentos celulares, siendo principalmente los monogalactolípidos, digalactolípidos y fosfogalactolípidos; áquellos compuestos lipoides característicos de los forrajes (77).

Desde el punto de vista biológico, aunque los pigmentos celulares liposolubles, carezcan de valor nutritivo, tienen ciertas funciones específicas, entre ellas, los carotenos, las clorofilas y las xantofilas; son esenciales para la fotosíntesis, y ésta, importante en la producción de hidrocarburos y formación de tejido vegetal (13).

De la extracción de estos pigmentos las hojas obtienen al mayor por ciento en extracto etéreo que las hojas con tallo y frutos, debido a que se encuentran en mayor proporción las antocianinas, las cuales, son pigmentos vegetales que se encuentran principalmente en los pétalos de las flores, los cuales atraen principalmente en los insectos visi-

tantes (13), además de estar presente otro pigmento de color amarillo, característico de las inflorescencias de *Prosopis laevigata* como es la xantofila, el cual le proporciona un alto contenido de extracto etéreo (13). No obstante, estos valores también se ven influenciados por otras características, como puede ser el contenido de vitaminas y algunos lípidos - característicos de los forrajes.

En general, desde el punto de vista nutricional, el extracto etéreo es muy importante, ya que como fuente de energía, provee de 9 Kcal/g los lípidos, a diferencia de los glúcidos y protéidos, además, le permite al organismo ahorrar -- proteínas y también ciertas vitaminas, sirviendo los lípidos como depósito de calorías, que ayudan al organismo contra el frío (44).

DETERMINACION DE EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO:

Los valores del extracto libre de nitrógeno (E.L.N.), - son muy importantes, ya que nutricionalmente son los hidrocarburos no estructurales, los que proporcionan la energía - (4 Kcal/g) que un animal necesita para realizar los diferentes procesos fisiológicos (05).

Entre las sustancias altamente disponibles para los -- animales monogástricos, se encuentran los disacáridos, trisa cáridos y almidones, los cuales por su alta disponibilidad -- nutritiva se incluyen en el contenido celular (77).

Los alimentos cuyo contenido de E.L.N. es muy elevado, son los clasificados como alimentos energéticos, cuya fracción es superior al 50%, entre ellos están las melazas cuyo contenido oscila entre 80 y 85%, los granos de cereales con contenido de 60 a 80% (77), razón por la cual, ninguna de las cuatro muestras analizadas (hojas con tallo, hojas, flores y frutos) constituye un alimento propiamente energético para los animales monogástricos, sin embargo, representan un excelente potencial alimenticio para todos los animales rumiantes.

DETERMINACION DE FIBRA CRUDA:

La fracción del análisis químico proximal, que mide parte de los hidrocarburos estructurales (Apéndice #1) es la fibra cruda.

La fibra cruda, teóricamente está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina, donde cada uno de estos compuestos químicos son prácticamente indigestible en animales no rumiantes, pero parcialmente digestibles en animales pluvicavitarios (77).

De acuerdo al análisis estadístico de los valores de la fibra cruda en el análisis de *Prosopis laevigata*, el mayor por ciento se presentó en las hojas con tallo (Cuadro #1), siguiendo en importancia las flores, no encontrándose diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en flores y vainas, de

bido a la menor proporción del complejo celular: Celulosa- - lignina-sílice, los cuales conforman la pared celular (Cuadro #2).

No obstante, las hojas con tallo obtienen el mayor contenido de hidrocarburos estructurales y una mayor resisten-cia, debido a la especificidad de las células para formar algunos tejidos vegetales como el parénquima, el colénquima -- (tejidos vegetales compuestos fundamentalmente de celulosa y compuestos pécticos) y esclerénquima (tejido vegetal compuesto esencialmente de lignina), lo que no ocurre en el caso -- particular de las flores, debido a que su composición vege-tal, está dada principalmente por las células parénquimato--sas (13).

DETERMINACION DE PROTEINA CRUDA:

Los resultados obtenidos del análisis estadístico, - - muestran que el por ciento de proteína cruda, se incrementa a partir de las hojas con tallo a hojas y flores, y éstas a su vez no presentan diferencias significativas con respecto a vainas (Cuadro #1).

Estos resultados se deben principalmente a la distribu ción de las proteínas, hacia las nuevas estructuras vegetativas (24), de tal manera que las flores y las vainas, repre--sentan una perspectiva y un excelente potencial alimentario para animales monogástricos, ya que son ellos, los que nece-

sitan consumir proteínas preformadas como fuente de aminoácidos para su mantenimiento y producción, a diferencia de los animales rumiantes, que en este caso en particular, las hojas con tallo y hojas representan un excelente potencial alimenticio, ya que no necesitan consumir las proteínas preformadas, puesto que los microorganismos ruminales, degradan en un elevado porcentaje las sustancias nitrogenadas orgánicas e inorgánicas a amoníaco, compuesto que es empleado por los microorganismos para sintetizar sus propias proteínas (02).

En general, estos valores obtenidos que oscilan entre un 14 a un 25%, representan un excelente potencial proteínico con respecto a los granos de los cereales, que generalmente solo proporcionan hasta un 10%, lo cual se debe esencialmente a las características taxonómicas de la familia.

DETERMINACION DE VALOR CALORICO:

La caloría es la unidad de medida que se usa para calcular la cantidad de energía producida en el organismo por los diversos alimentos. Para calcular su valor calórico, es necesario tomar en cuenta, el valor energético de cada uno de sus componentes; siendo aproximadamente de 4 Kcal/g para glúcidos y próticos y de 9 Kcal/g para los lípidos.

En base a esto, se calculó el valor calórico de las muestras analizadas, quedando en el siguiente orden creciente: hojas con tallo, hojas, vainas y flores (Cuadro #1).

Los resultados obtenidos, son de gran importancia, - - pues se pone en evidencia la conversión de la energía solar_ a energía química por medio de las hojas, las cuales efec- - tuan la fotosíntesis además de sintetizar la complicada mo- lécula de hidrocarburos, aumentando de esta manera, la ener- gía potencial hacia la formación de frutos (05), sin embargo cabe mencionarse, que este aumento de energía proviene de la formación de flores; que nutricionalmente representan un ex- celente aporte energético.

En consecuencia de esta energía potencial, el mezquite "*Prosopis laevigata*", representa un buen aporte energético - para todos los animales, siendo altamente disponible para -- los rumiantes.

CUADRO No. 2

FRACCIONES DE FIBRA EN BASE A MATERIA SECA

MUESTRA	P.C. %	C.C. %	CELULOSA %	HEMICELULOSA %	LIGNINA %	SILICE %
HOJAS CON TALLO	49.82	50.18	33.70	09.93	01.93	01.40
	+ - 0.48	+ - 0.48	+ - 2.03	+ - 0.97	+ - 0.55	+ - 0.08
	a	a	a	a	a	a
HOJAS	47.65	52.35	26.22	13.24	01.43	01.45
	+ - 0.30	+ - 0.30	+ - 0.5	+ - 1.16	+ - 0.02	+ - 0.10
	b	b	b	b	b	b
FLORES	28.12	71.88	19.37	01.12	01.14	01.81
	+ - 0.60	+ - 0.60	+ - 0.20	+ - 0.2	+ - 0.02	+ - 0.06
	c	c	c	c	c	c
VAINAS	39.08	60.92	22.76	10.85	01.38	01.93
	+ - 0.10	+ - 0.10	+ - 1.0	+ - 0.96	+ - 0.02	+ - 0.03
	d	d	b,c	a	a	c

a,b,c,d:

Medias de columna con diferente literal, son estadísticamente diferentes. ($P \leq 0.05$).

Donde:

P.C.= Pared Celular
C.C.= Contenido Celular

DETERMINACION DEL CONTENIDO CELULAR:

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico del contenido celular, presentes en flores, vainas, hojas y hojas con tallo (Cuadro #2), se puede deducir lo siguiente:

Nutricionalmente, al contenido celular de las flores es altamente digestible y posee un alto valor energético (Cuadro #1), debido esencialmente a las sustancias altamente disponibles para un animal monogástrico, así como son las fuentes de hidrocarburos, lípidos, proteínas y sustancias hidrosolubles (Apéndice #1), coincidiendo principalmente, estos datos con los reportados anteriormente en las determinaciones de proteína y valor calórico, pero estableciéndose una relación inversa entre hidratos de carbono y proteínas; lo cual repercute en las hojas con tallo y hojas, en las que el contenido celular se presenta en menor proporción al igual que el valor calórico, debido a que en la materia seca de estos alimentos se encuentran más desarrollados algunos tejidos esenciales de resistencia como son el esclerénquima y colénquima (Principalmente en hojas con tallo), lo cual presenta ciertas ventajas; en la alimentación de animales domésticos como los rumiantes, ya que la pared celular es parcialmente digestible (77).

DETERMINACION DE PARED CELULAR:

Nutricionalmente la pared celular proporciona algunos

...

minerales como el Calcio y Magnesio en formas de pectatos, - los cuáles conforman la lámina media de las membranas celulares de las células vegetales (18), asimismo, la pared celu-- lar es un complejo de sustancias cuya proporción varía en la planta dependiendo del estado vegetativo, así como de su ma-- durez, lo cual es de gran importancia en nutrición, ya que - estas propiedades influyen sobre el grado de aprovechamiento del vegetal, por parte del animal (02), de aquí la importan- cia de analizar algunas estructuras de la pared celular como son la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice (Cuadro #2).

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis es- tadístico de la pared celular en hojas con tallo, hojas, flores y vainas, se puede analizar lo siguiente:

Las hojas con tallo y hojas, presentaron mayor contenido de paredes celulares, debido a que se encuentra más desa- rrollado el esclerénquima, el cual comprende fibras esclero- sas que poseen elementos tanto de lignina como celulosa, a - diferencia de las demás partes vegetativas como las flores y vainas, en las que el colénquima es el tejido de resistencia característicos de estos organos vegetativos jóvenes.

DETERMINACION DE CELULOSA:

De acuerdo a las fracciones de Van Soest para la fibra cruda, al contenido de celulosa se incrementó de la siguien- te forma: flores, hojas y hojas con tallo; no encontrándose_

diferencias significativas en vainas con respecto a hojas y flores (Cuadro #2). Estos resultados obtenidos, se deben en gran parte a la pared celular, lo cual repercute en la alimentación de monogástricos. Sin embargo, si analizamos las hojas con tallo con respecto a hojas, flores y vainas, se puede deducir que la presencia de los tallos elevan el contenido de celulosa, lo cual se debe a los procesos de lignificación y silicificación de la planta (80).

Si comparamos los resultados de vainas con respecto a hojas y flores, se puede decir que el valor obtenido de celulosa se debe principalmente al desarrollo inmaduro del fruto, que en su primer estadio son delgadas y muy comprimidas, a diferencia de su última fase; en cuanto a flores, éstas tienen el menor por ciento de celulosa, debido a que se encuentra poco desarrollada la pared celular.

Ahora, si comparamos el por ciento de celulosa presente en la materia seca de una planta, que es de un 15 a un 40 %, se puede decir, que todas las muestras analizadas se encuentran dentro del rango anteriormente citado (81) y que nutricionalmente, esta fracción representa una fuente de energía para los rumiantes, ya que los microorganismos del rumen, la aprovechan de un 25 a un 90% (65).

DETERMINACION DE HEMICELULOSA:

Las hemicelulosas son un grupo de polímeros que se llaman así por estar estructuralmente asociados con la celulosa, de aquí que también se encuentran en mayor proporción en la planta (39).

Nutricionalmente al igual que la celulosa, las hemicelulosas son los polisacáridos más relevantes, debido a que representa una de las fuentes más importantes que existen en la naturaleza (39), ya que la molécula consta de 150 a 200 unidades de azúcares, entre las cuales se encuentran con más frecuencia de arabinosa, manosa, galactosa y ramnosa, además de los ácidos glucurónicos y galactourónicos (75).

De acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras analizadas, el porcentaje de hemicelulosa en las hojas con tallo y vainas, es elevado con respecto a hojas y flores (Cuadro #2), no obstante, cabe mencionarse que el porcentaje obtenido en las flores, es el único valor menor, debido a que en esta muestra, la celulosa se encuentra en gran proporción. Sin embargo hay que hacer notar, que la hemicelulosa en los vegetales, se encuentra unida con la lignina y celulosa, alcanzando una concentración en base seca hasta un 20%, y que su aprovechamiento por parte de los microorganismos ruminales es de un 45 a un 90%, por lo que nutricionalmente provee de un buen aporte energético (75).

DETERMINACION DE LIGNINA:

La lignina es el compuesto exclusivo del tejido vegetal, que se localiza en la pared celular (77), cuya proporción, estadísticamente no presentó diferencias significativas entre las cuatro muestras analizadas (Cuadro #2).

Esto pudo deberse, en el caso particular de las hojas con tallo a la mayor desviación estandar obtenida comparada a la de las hojas, flores y vainas, sin embargo, otra posibilidad es que no se obtuvo el valor real de la lignina *per-se*, debido al complejo celular: lignina-celulosa y por lo tanto se subestimaron dichos valores.

En general, comparando los resultados de estas cuatro muestras vegetativas en porcentaje de lignina con otras - - fuentes como la madera que contiene de un 40 a 50% o bien, - con algunos esquilmos agrícolas como la paja de trigo que -- contiene únicamente el 23% (19), nutricionalmente estos valores obtenidos, no repercuten en ningún grado en la alimentación ruminal, siendo un pequeño problema para animales monogástricos, en los que la lignina, impide la digestibilidad de algunos polisacáridos presentes en la pared celular, con lo cual se disminuye el aprovechamiento de la energía potencial que existe en gran número de forrajes empleados en la alimentación animal (19).

...

DETERMINACION DE SILICE:

Biológicamente, el sílice es necesario para el crecimiento normal de las plantas, además de ser un elemento estructural al igual que la lignina, los cuáles dan fuerza, vigor y rigidez a las paredes celulares, lo cual parece tener influencia sobre el metabolismo de hidrocarburos, promoviendo la acumulación de sacarosa y disminuyendo la digestibilidad de proteínas y contenido de lignina. Sin embargo, estos efectos son expresados por la presencia de silicatos, fosfatos, así como por exceso de Fe, Al y Mn (80).

El sílice en la planta, es depositado en las vellocidades de la superficie vegetal y cuticular, el cual puede contribuir a algunas características en la planta, como rigidez, asperez y algún sabor agrio, causando baja digestibilidad y problemas de palatabilidad (80).

En consecuencia la concentración de sílice en los forrajes y algunos pastos, dependen del tipo de suelo, del tipo de planta (afinidad por el elemento), así como por el efecto de transpiración (80). Pero en general su concentración en los vegetales enteros en por ciento de materia seca, oscila entre 0.005 a 1.35% (26), las muestras analizadas exceden estos valores, ya que el rango presente es de 1.4 a 1.93%; lo cual indica cierta afinidad por el elemento en el mezquite. Sin embargo, nutricionalmente estos valores representan un buen aporte mineralógico, ya que el sílice, es

requerido por el animal para la síntesis de colágeno y una buena formación, con un requerimiento de una orden de 50 p.p.m. en la dieta de rumiantes (80).

Sin embargo, los diferentes resultados obtenidos en las muestras analizadas, se deben principalmente a la translocación de sustancias nutritivas a través del xilema, hacia las partes en crecimiento, es decir, son translocados hacia las partes aéreas y nuevas partes vegetativas en la planta (24), de aquí que la concentración de sílice vaya aumentando de las hojas con tallo, hasta la formación de frutos, aunque estadísticamente, no existe diferencia significativa entre flores y vainas.

CUADRO No. 3

HIERRO Y VITAMINAS EN BASE A MATERIA SECA

MUESTRA	Fe. Mg/100 g M.S.	B 1 Mg/100 g M.S.	B 2 Mg/100 g M.S.	P.P. Mg/100 g. M.S.	C. Mg/100 g M.S.
HOJAS CON TALLO	42.61	0.10	1.23	9.41	440
	\pm 0.42	\pm 0.02	\pm 0.028	\pm 0.14	\pm 0.02
	a	a	a	a	a
HOJAS	50.32	0.06	1.51	9.87	420
	\pm 0.21	\pm 0.002	\pm 0.028	\pm 0.09	\pm 0.002
	b	a	b	b	a
FLORES	45.34	0.13	1.38	10.42	400
	\pm 0.28	\pm 0.03	\pm 0.014	\pm 0.14	\pm 0.014
	c	a	c	c	a
VAINAS	16.28	0.11	1.05	2.87	280
	\pm 0.14	\pm 0.01	\pm 0.07	\pm 0.02	\pm 0.014
	d	a	d	d	b

a,b,c,d:

Medias de columna con distinta literal
son estadísticamente diferentes.
($P \leq 0.05$)

Donde:

Fe: Hierro P.P.: Niacina
B1: Tiamina C.: Acido Ascórbico.
B2: Riboflovina

DETERMINACION DE HIERRO:

El hierro juega un papel esencial en el desarrollo de las plantas, dada la gran actividad celular en la formación de órganos y tejidos, debido a que esta presente en procesos de alta energía como la respiración (13).

De acuerdo a las concentraciones obtenidas de hierro y al análisis estadístico (Cuadro #3), las hojas contienen mayor concentración que las flores, hojas con tallo y vainas, debido principalmente a que es el nutrimento indispensable para la formación de clorofila y ésta a su vez en la formación de alimentos (frutos). En el caso particular de las flores, éstas ocupan un segundo lugar en el orden decreciente, debido esencialmente a que las yemas vegetativas producen un número limitado de hojas, las cuales posteriormente se transforman en yemas florales; incrementándose aquí los niveles de alta energía (ATP), debido a la división celular, especificidad de las células vegetativas y procesos de respiración en esta fase (13), con respecto a vainas, estas presentaron una concentración de hierro menor que las muestras anteriores (hojas con tallo, hojas y flores), debido esencialmente a su estadio juvenil.

De acuerdo a las concentraciones obtenidas de 16.28 a 50.32 mg Fe/100 g M.S., comparado a otras leguminosas, es factible su aplicación y / o recomendación hacia la nutrición animal (Apéndice #2).

Desde el punto de vista nutricional, los requerimientos expresados en mg Fe/100 g M.S. solo tienen importancia en algunas especies monogástricas como el cerdo (Apéndice #3), ya que en su desarrollo el hierro es un nutrimento indispensable por las siguientes razones:

Durante el embarazo, la madre debe transferir al organismo fetal 270 mg de hierro, no solo para sostener su propio crecimiento, sino también para permitirle formar sus propias reservas (16).

La placenta capta hierro con avidez hasta 3 o 4 mg en el último trimestre del embarazo. Además debe tomarse en cuenta otros factores, en la placenta y el cordón umbilical se pierden 100 mg de hierro y las hemorragias habituales durante el parto representan otros 150 mg.

En conjunto el embarazo exige un promedio poco más de 500 mg de hierro (16).

Durante la lactancia, el animal recién nacido tiene una deficiencia de este nutrimento, por lo que en ciertos casos los lechones sufren la anemia ferropénica, sobre todo cuando son criados en pisos de cemento, sin contacto con la tierra. Por lo que uno de los métodos más prácticos y seguros de evitar la anemia es mediante cápsulas e inyecciones con Dextran-hierro (16).

Sin embargo, estos requerimientos durante el embarazo

y crecimiento del lechón después de la lactancia, se pueden ver favorecidos mediante el empleo de forrajes, los cuáles aportan aproximadamente de 10 a 60 mg Fe/100 g M.S. (73), -- por lo cual de acuerdo a los resultados obtenidos; las hojas con tallo, las hojas y las flores, proporcionan los mejores niveles de aportación de hierro (entre 40 y 50 mg Fe/100 g M.S.) a diferencia de los frutos, los cuáles aportan una menor concentración (16.28 mg Fe/100 g M.S.).

Ahora si se analizan los requerimientos expresados en mg Fe/100 g M.S. para los rumiantes, que son de 2.5 a 4.0 mg (73); los valores obtenidos en las cuatro muestras analizadas, exceden en su mayoría por lo menos diez veces, por lo que cualquiera de ellas se puede emplear para su alimentación, obteniéndose también algunas ventajas en sus crías, ya que una administración de hierro en su dieta, permite una elevación de hemoglobina y peso (73).

DETERMINACION DE TIAMINA:

Al igual que la tiamina, todas las vitaminas del complejo B, son necesarias para el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas (14).

La tiamina se encuentra de modo general en dos formas: una "libre" que corresponde en sí a la tiamina y una forma "combinada" llamada pirofósforo de tiamina, la cual es la forma activa de la vitamina (73).

Se han presentado pruebas a favor de que la síntesis de tiamina tiene lugar en hojas y tallos, y con frecuencia su -- formación depende de la luz solar (18), no obstante, la tiamina se encuentra en concentraciones máximas en todas las regiones sede del crecimiento activo (18).

De acuerdo al análisis estadístico obtenido (Cuadro -- #3), no se encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la producción de tiamina en hojas con tallo, hojas, flores y vainas. Sin embargo, los resultados obtenidos son importantes bioquímicamente, puesto que mediante su coenzima el difosfato de tiamina (T.D.P.) se sintetiza la valina en la planta (52).

Nutricionalmente, en animales monogástricos como el cerdo, se ha registrado un requerimiento por día de 0.65 a 3.3 - mg/100 g M.S. (73), una concentración menor a largo tiempo -- puede causar una avitaminosis, debido a la acción de las tiaminas presentes en el tracto digestivo, las cuales destruyen la vitamina (52). Sin embargo en animales rumiantes, la inclusión de la tiamina en su dieta se hace innecesaria, debido a que los microorganismos ruminales sintetizan la mayoría de las vitaminas del complejo B (14), no obstante, se ha registrado para el ganado ovicaprino un requerimiento por día de - 0.5 mg/100 g M.S. (14).

De acuerdo a los valores obtenidos y en base a lo anterior, se recomienda que cualquiera de las cuatro muestras - analizadas, se complementen con otras fuentes alimenticias rigi

cas en tiamina.

DETERMINACION DE RIBOFLAVINA:

La riboflavina es muy importante en el metabolismo de hidratos de carbono (52), básicamente en las plantas se encuentra en forma combinada, y actúa como parte constituyente de dos coenzimas el flavín-mononucleótido (F.M.N.) y el flavín-adenin-dinucleótido (F.M.D.) las cuales intervienen en las oxidaciones biológicas (18).

La riboflavina se sintetiza en todas las partes de la planta en cantidades suficientes (18), reportándose una concentración mayor en las hojas (Cuadro #3), siguiendo las flores, después las hojas con tallo y por último las vainas.

De acuerdo a los valores obtenidos, y en base a los requerimientos por día, para el ganado ovino que es de 0.5 a 0.8 mg/100 g M.S. (14), cualquiera de las cuatro muestras analizadas representa una buena fuente de riboflavina, ya que exceden en sus requerimientos, sin embargo, en animales monogástricos como el cerdo, se requiere de una concentración de 1.5 mg/100 g M.S. con un peso de 5 a 10 kg, o bien de una concentración de 7.0 mg/100 g M.S. para aquellos cuyo peso sea de 60 a 100 Kg, de aquí surge que las vainas o cualquier muestra analizada, tenga que ser combinada con otras leguminosas, para elevar su contenido vitamínico. Una deficiencia de esta vitamina en animales monogástricos como el cerdo, puede

causar anorexia, excesiva lagrimación y salivación, diarrea, ulceraciones en las comisuras de la boca, caída de pelo y en algunos extremos la muerte (14), lo cual ocurre principalmente cuando son alimentados en base a maíz, debido a que los cereales son deficientes en riboflavina (14).

DETERMINACION DE NIACINA:

El compuesto esta presente como ácido nicotínico en los vegetales y como nicotinamida en los tejidos animales (73).

Las formas activas de la niacina o ácido nicotínico, se presentan como dinucleótidos de niacina y adenina (N.A.D. y N.A.D.P.), su notable importancia la tiene en la respiración celular, además de favorecer la digestión gástrica y acelerar el crecimiento (53).

En los animales rumiantes, se obtienen cantidades satisfactorias de esta vitamina a partir de la síntesis microbiana en sus tubos digestivos, por lo que no requieren su adición en la dieta, debido a que el triptofeno es el precursor principal del ácido nicotínico, siempre y cuando, el nivel de este aminoácido se mantenga cerca del 0.2% en la dieta, o bien se consuma 4.0 mg/100 g M.S. en Niacina.

Michelsen (56) en 1967, estableció que 60 mg de triptofano dietético, equivale a 1 mg de niacina en cuanto se relaciona con los requerimientos vitamínicos, por lo que los --

animales rumiantes obtienen dos fuentes activas de niacina - (53).

En cambio, en animales monogástricos como el cerdo, -- que son alimentados en base a los cereales presentan avitamí nosis, debido a que el maíz, alimento principal de estos ani males es pobre en niacina y triptofano (53), por lo que sus síntomas de deficiencia, constituye pérdidas de peso, dia- - rrea, vómito, dermatitis y anemia normocítica (73).

En base a lo anterior y de acuerdo a los resultados ob tenidos (Cuadro #3), tanto las muestras de hojas con tallo, - hojas, flores y frutos, constituyen un buen aporte vitamíni - co en la dieta de animales rumiantes, en cambio, para anima - les monogástricos como el cerdo, principalmente los frutos - pueden ser un buen complemento alimenticio en su dieta, ya - que una mezcla de cereales con leguminosas, evitarían su avi taminosis.

DETERMINACION DE ACIDO ASCORBICO:

La vitamina C, se encuentra de modo general en las - - plantas en dos formas: una "reducida", que corresponde al -- ácido ascórbico y otra "oxidada" que se encuentra en peque ñas cantidades como ácido deshidroascórbico (18).

La vitamina C, se haya presente en todas las partes de la planta (18), estando en mayor concentración en hojas con tallo, hojas y flores, y en una menor concentración en las -

vainas analizadas (Cuadro #3).

Esta vitamina es de escasa importancia en la nutrición animal, porque el organismo de casi todos los animales la pueden sintetizar fácilmente; las dos excepciones son el cobayo y el hombre (16). En el caso particular de los ruminantes, estos sintetizan el ácido ascórbico desde que nacen y nunca se ha probado que sufran deficiencias, ni la requieran en su dieta, en el caso del cerdo, tampoco se considera necesaria su inclusión en la dieta a ninguna edad (16). Por lo que solamente se mencionará el papel principal de esta vitamina en los procesos metabólicos de los organismos vivos, como es el caso de la síntesis de monosacáridos (82), favorece el desarrollo de los huesos, dientes y cristalino, estimula el crecimiento, favorece la resistencia del organismo a las infecciones y es indispensable para la formación de tejido nuevo en heridas. Su carencia provoca el escorbuto, la cual se caracteriza por fragilidad capilar (16).

FACTORES ANTIFISIOLOGICOS Y COMPUESTOS TOXICOS EN BASE
A MATERIA SECA.

MUESTRA	FACTOR ANTI TRIPSICO UIT/g M	FITHEMAGLU TININAS DILUCION	TANINOS %	SAPONINAS *	GLUCOSIDOS CIANOGENETICOS *	ALCALOIDES *
HOJAS CON TALLO	4312.0	4	0.65	ABUNDANTE	AUSENCIA	MODERADO
	\pm 328.0		\pm 0.01			
	a		a			
HOJAS	1160.8	5	0.63	MODERADO	AUSENCIA	MODERADO
	\pm 172.5		\pm 0.014			
	b		a			
FLORES	4978.5	6	0.60	MODERADO	AUSENCIA	MODERADO
	\pm 496.4		\pm 0.02			
	c		a			
VAINAS	4374.8	0	0.35	ABUNDANTE	AUSENCIA	ESCASOS
	\pm 168.0		\pm 0.1			
	a		b			

a,b,c:

Medias de columna con diferente literal,
son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Donde:

* PRUEBA CUALITATIVA

Escala:

AUSENCIA
ESCASO
MODERADO
ABUNDANTE

DETERMINACION DEL FACTOR ANTITRIPSICO:

La presencia del factor antitripsico o inhibidor de -- tripsina, inhibe la actividad proteolítica de ciertas enzi-- mas, lo que lleva a una disminución en la digestibilidad de la proteína, debido a que no son degradadas, ni absorbidas - como aminoácidos en las vellocidades entéricas, por lo que - serán excretadas como tal en las heces fecales, provocando - una insuficiencia proteínica y en algunos casos alteraciones a nivel de páncreas (10).

Sin embargo, se ha visto que probablemente el páncreas humano sea insensible a estos efectos hipertróficos de los - inhibidores de proteasas (84). Pero es importante hacer no- tar, que el límite crítico en la concentración del inhibidor de proteasas en prueba con animales en laboratorio no ha que dado plenamente aclarado, no obstante, se ha llegado a la -- conclusión, que en análisis de ratas la hipertrofia pancreá- tica se presenta con un consumo de 5,700 UIT/g M.S. (84), - por lo que las cuatro muestras analizadas (Cuadro #4), no re presentan desventaja en la alimentación de monogástricos y - poligástricos, ya que no llegan a un límite de 5,000 UIT/g - M.S., principalmente las hojas, que son una buena fuente de alimento para los animales rumiantes.

No obstante, el inhibidor de tripsina puede ser des- - truido en función de la temperatura y tiempo de calentamien- to, condiciones de humedad, tamaño de partículas etc. (38).

DETERMINACION DE FITOHEMAGLUTININAS:

Es bien conocido desde hace años, que ciertas plantas contienen sustancias capaces de aglutinar eritrocitos, donde una concentración de 0.5 a 1.2% de fitohemaglutininas -- contenidas en la dieta resultarán tóxicas, pero dependerán de la naturaleza del alimento, del tipo sanguíneo y tipo de hemaglutininas (43).

Observaciones cualitativas realizadas en el micro-ta--ker, muestran que la máxima aglutinación visible durante -- una hora en eritrocitos de conejo, la provocan las flores -- (Cuadro #4), siguiendo en orden decreciente las hojas y hojas con tallo. Sin embargo, las vainas no provocan en su -- estado juvenil aglutinación de glóbulos rojos, no obstante, si se requiere su inactividad de las hemaglutininas en una -- dieta, éstas pueden ser destruidas por procesos termolábi--les (43).

DETERMINACION DE TANINOS:

Se sabe de algunos tóxicos de origen alimenticio que -- pueden unirse o destruir enzimáticamente nutrimentos particulares presentes en los alimentos, es decir, disminuyen la disponibilidad de estos elementos (61).

Los efectos tóxicos de estas sustancias dependen de la concentración en el alimento, la fuerza de asociación entre la sustancia y el nutrimento, la concentración en la dieta

y del estado nutricional del consumidor, como ejemplos de - estos tóxicos están los taninos, saponinas, alcaloides, etc. (61).

Los taninos en particular, interfieren en la acción de la tripsina y de la alfa amilasa, así como en la formación de hidrocarburos, proteínas y de la vitamina B₁₂ causando una disminución en la absorción de esta vitamina (43), también se sabe que el ácido tánico, tiene la capacidad de - unirse al epitelio intestinal e inhibir la absorción de la glucosa y metionina (61).

No obstante el nivel crítico de toxicidad en animales, se presenta en un intervalo de 1.8 a un 2.0% de ingestión - alimenticia (11), por lo que las cuatro muestras analizadas de hojas con tallo, hojas, flores y frutos (Cuadro # 4), no repercuten en la disponibilidad de otros nutrimentos debido a que se establece un intervalo de 0.35 a 0.65 % de taninos. Sin embargo, solo se encontró diferencia significativa a nivel de vainas, donde los frutos analizados proporcionan el menor nivel de toxicidad.

DETERMINACION DE SAPONINAS:

Las saponinas son sustancias glucosídicas que causan - transtornos considerables en la corriente sanguínea, quienes dan lugar a hemolisis o rotura de los glóbulos rojos.

...

En algunos casos se suele ser responsable a las saponinas de enfermedades tales como la acetonemia, el timpanismo, etc. (22).

Nutricionalmente, las saponinas son tóxicos que forman complejos con las proteínas y lipoides (84), su nivel crítico se presenta en 100 mg/Kg de alimento (43).

De acuerdo al análisis cualitativo realizado, las hojas con tallo y vainas (Cuadro #4), presentan abundante cantidad de saponinas a diferencia de las hojas y flores que presentaron moderada espuma.

DETERMINACION DE GLUCOSIDOS CIANOGENICOS:

Los glucósidos cianogénicos liberan al hidrolizarse -- ácido cianhídrico, la toxicidad de este compuesto se debe -- al que las plantas que contienen este tipo de glucósidos -- sean un peligro en potencia para los animales (14).

El glucósido no es tóxico por si mismo, y para que tal toxicidad se presente ha de ser hidrolizado previamente a -- partir del rumen, actuando como un inhibidor del citocromo -- oxidasa, dando lugar a la asfixia a nivel celular (14).

El nivel crítico, se presenta de 0.3 a 1.5 mg/kg de peso corporal en humanos, en animales no hay especificación -- (10).

De acuerdo a los análisis realizados, para las cuatro muestras de mezquite (Cuadro #4), las hojas con tallo, las hojas, flores y frutos, ninguna de ellas representa un peligro en la ingestión de animales monogástricos y rumiantes, debido a que la prueba resultó negativa.

DETERMINACION DE ALCALOIDES:

Los alcaloides son sustancias químicas complejas, de tipo básico, que pueden estar presentes en diversos especímenes vegetales, con poca o ninguna relación botánica entre sí (22).

Cada alcaloide ejerce su efecto específico sobre el organismo animal, muchos son atóxicos, pero las acciones de otros pueden ser mortales (22).

Se conoce hasta ahora, que el contenido de desarrollo de los alcaloides en las plantas se encuentra en variación considerable en cada una de sus partes (22).

De acuerdo al estudio realizado (Cuadro #4) se encontró, que en hojas con tallo, hojas y flores, los alcaloides se encuentran en concentraciones moderadas, mientras que en el fruto está en concentración escasa.

Químicamente, se conoce para el género *Prosopis* tres tipos de alcaloides, el Triptamine que es un alcaloide derivado del triptofano, el Prosopinine y Prosopine que son alcaloides derivados de aquilaminos (29).

CUADRO No. 5
DIGESTIBILIDAD IN SITU DE LA MATERIA SECA.

MUESTRA	H O R A S						
	0	3	6	9	12	24	
HOJAS CON TALLO	13.52	33.94	37.90	39.68	43.12	54.07	61.52
	\pm 0.98	\pm 1.30	\pm 1.52	\pm 0.08	\pm 2.72	\pm 3.23	\pm 4.02
	a	a	a	a	a	a	a
HOJAS	19.93	39.69	45.00	51.26	56.48	62.48	66.61
	\pm 0.54	\pm 0.18	\pm 3.33	\pm 0.89	\pm 4.47	\pm 1.86	\pm 0.72
	a	a	b	b	b	b	a
FLORES	20.94	56.00	60.49	63.40	72.01	78.10	79.23
	\pm 3.30	\pm 4.71	\pm 0.45	\pm 0.77	\pm 0.40	\pm 0.17	\pm 0.99
	a	b	c	c	c	c	a
VAINAS	22.62	47.61	52.45	57.08	59.63	72.95	78.94
	\pm 4.99	\pm 2.05	\pm 1.86	\pm 3.08	\pm 3.07	\pm 0.21	\pm 1.14
	a	c	d	d	b	c	a

a,b,c,d:

Medias de columna con diferente literal, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

CUADRO No. 6

DIGESTIBILIDAD IN SITU DE LA MATERIA SECA

H O R A	HOJAS CON TALLO	HOJAS	FLORES	VAINAS
0	13.52	19.93	20.94	22.62
	± 0.98	± 0.54	± 3.30	± 4.99
	a	a	a	a
3	33.94	39.69	56.00	47.61
	± 1.30	± 0.18	± 4.71	± 2.05
	b	b	b	b
6	37.90	45.00	60.49	52.45
	± 1.52	± 3.33	± 0.45	± 1.86
	b	c	bc	bf
9	39.68	51.26	63.40	57.08
	± 0.08	± 0.89	± 0.77	± 3.08
	b	d	c	cf
12	43.72	56.48	72.01	59.63
	± 2.72	± 4.47	± 0.40	± 3.07
	b	de	d	cd
24	54.07	62.48	78.10	72.95
	± 3.23	± 1.86	± 0.17	± 0.21
	c	ef	e	e
36	61.51	66.61	79.23	78.94
	± 4.02	± 0.72	± 0.99	± 1.14
	c	f	e	e

a,b,c,d,e,f,:

Medias de columna con diferente literal son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD *IN SITU* EN LA MATERIA SECA:

La composición química de un alimento, es solamente indicativa del contenido de nutrimentos del mismo, mas no de su disponibilidad para el animal, por lo que es necesario contar además con datos de digestibilidad.

La digestibilidad puede definirse, como el porcentaje de un nutrimento dado que se digiere a su paso por el tubo gastro-intestinal (73); o bien, como la proporción del alimento que no es excretado en las heces y que se supone por lo tanto, que ha sido absorbida (51).

Los alimentos que mas varían en la digestibilidad, son los forrajes, siendo el estado de madurez el principal causante de dicha variabilidad. En general a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye el contenido de proteínas y azúcares y se eleva el contenido de fibra cruda, principalmente celulosa y lignina; lo que va aparejado a un decremento gradual en la digestibilidad (73).

La especie animal es el otro factor importante, que ha ce variar la digestibilidad. En general, los cerdos y otros monogástricos, digieren más eficientemente áquellos alimentos con elevado contenido de proteína y con baja cantidad de fibra cruda, mientras que los rumiantes, son notorios -- por su capacidad de aprovechamiento de los alimentos fibrosos y con bajo contenido de protefínas (73).

Por los niveles tan altos obtenidos de la fibra cruda en las cuatro muestras vegetativas (Cuadro #1), se limita la utilización de este producto para consumo humano, por lo que se realizaron las pruebas de digestibilidad *in situ* en rumiantes, para determinar el posible valor de este producto en la nutrición animal.

De acuerdo a los datos obtenidos de la digestibilidad *in situ* de la materia seca (Cuadro #5), no se presentan diferencias significativas entre los valores de hojas con tallo, hojas, flores y vainas a la hora 0, sin embargo después de ser incubadas en el rumen, las hojas con tallo y las hojas tienen un comportamiento similar, a diferencia de las flores y vainas donde hubo un mayor aprovechamiento de la materia seca. A las horas 6 y 9, cada una de las muestras tienen un comportamiento diferente, hasta antes de la hora 12, donde las vainas tienen un comportamiento similar al de las hojas. Esto se puede deber a que antes de la hora 24, se dejan de aprovechar todos los nutrimentos fácilmente asimilables, es decir, todos aquellos nutrimentos que se encuentran en el contenido celular, para empezar la microflora ruminal, a atacar la pared celular y obtener más energía (esto es, durante el proceso de digestibilidad en las horas 12 y 24). A la hora 24, las únicas muestras con un comportamiento similar son las flores y vainas; sin embargo, al llegar a las 36 horas, cesa el aprovechamiento de la materia seca por parte de los microorganismos ruminales, no encontrándose diferencias significativas en las hojas con ta-

llo, hojas, flores y vainas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Cuadro #6, se puede comprobar la acción microbiana de los organismos ruminales. En hojas con tallo dónde claramente se notan tres niveles de aprovechamiento: una de las 0 a las 3 horas, el siguiente de la hora 3 a la hora 12, donde es aprovechado todos los nutrimentos fácilmente asimilables y altamente energéticos como el extracto libre de nitrógeno, proteínas, lípidos, etc (es decir, aquellos nutrimentos que pertenecen al contenido celular), y el tercer nivel presente se establece a partir de las 12 a las 36 horas, dónde es aprovechada la pared celular.

En las hojas, a diferencia de las hojas con tallo; se presentan 4 niveles de aprovechamiento: el primero de las 0 a las 3 horas, los siguientes de 3 a 6 y de 6 a 9 horas, sin embargo, después de las 9 horas el aprovechamiento de la pared celular empieza lentamente hasta llegar a las 36 horas.

En las flores, el aprovechamiento de la materia seca se da en 4 niveles, el primero de la hora 0 a la hora 3, el segundo de las horas 3 a las 9; donde el aprovechamiento del contenido celular y otros nutrimentos se da en forma paulatina, el tercer nivel, se da hasta las 12 horas; donde empieza a ser atacada la pared celular por los microorganismos ruminales, y el último nivel de aprovechamiento se establece de las 24 a las 36 horas, donde ya no hay diferen-

cias significativas en la digestión de los nutrimentos de la pared celular.

Por último, las vainas presentan 4 niveles de digestión de nutrimentos, siendo más lentamente el aprovechamiento de las sustancias alimenticias. Este desdoblamiento de nutrimentos en las vainas se da en forma paulatina, es decir, no se establecen niveles tan marcados como en las hojas con tallo, como muestra de ello se dan los siguientes tres niveles: de 0 a 3, 3 a 9, 9 a 24 y el último de 24 a 36 horas.

En general se puede decir que para las cuatro muestras vegetativas analizadas, se establece el aprovechamiento de los nutrimentos fácilmente asimilables a partir de la hora 0 hasta las 12 horas, en las que se obtiene la fermentación de azúcares, almidones y otros hidratos de carbono fácilmente asimilables, para producir ácidos grasos volátiles, principalmente acético, propiónico y butírico, los cuales a más de ser aprovechados por el rumiante como fuente de energía, intervienen en varios procesos de síntesis. También interviene la síntesis de proteína microbiana a partir de las proteínas preformadas y nitrógeno no proteico en la dieta (02).

Después de la asimilación de diversos macroelementos contenidos en el contenido celular, interviene el aprovechamiento de la pared celular a partir de las 12 a las 36 ho--

ras por parte de la microbiota ruminal.

Tomando como referencia, que un índice de desaparición de materia seca o potencial de degradación de un 60% o menos, es considerado, como un índice de un producto de bajo aprovechamiento por el rumiante en un intervalo de 24 a 48 horas (84), se puede inferir, que los resultados obtenidos para las muestras de mezquite analizadas, alcanzan un excelente índice (principalmente flores y vainas), lo cual le permite en principio calificar a estos productos con potencial de ser utilizados en la alimentación de rumiantes.

CUADRO No. 7

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA, CONTENIDO CELULAR Y PARED CELULAR
EN LA MATERIA SECA

MUESTRA	DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA			DIGESTIBILIDAD DEL CONTENIDO CELULAR			DIGESTIBILIDAD DE LA PARED CELULAR		
	H	O	R A	H	O	R A	H	O	R A
	0	24	36	0	24	36	0	24	36
HOJAS CON TALLO	3.57	44.04	44.75	28.16	63.19	66.62	63.95	81.53	83.25
	\pm 0.14	\pm 0.23	\pm 0.05	\pm 0.86	\pm 1.29	\pm 0.36	\pm 0.86	\pm 1.29	\pm 0.36
	a	a	a	a	a	a	a	a	a
HOJAS	1.27	46.93	57.11	14.33	61.97	66.72	55.15	80.09	82.58
	\pm 0.22	\pm 0.76	\pm 1.47	\pm 1.90	\pm 0.49	\pm 1.59	\pm 1.90	\pm 0.49	\pm 1.59
	a	b	b	b	a	a	b	a	a
FLORES	19.63	36.05	40.26	24.26	54.72	68.98	45.56	67.44	77.70
	\pm 3.32	\pm 0.64	\pm 0.04	\pm 1.11	\pm 1.11	\pm 0.09	\pm 1.11	\pm 1.11	\pm 0.09
	b	c	c	a	b	a	c	b	b
VAINAS	23.83	76.41	78.09	32.63	79.15	80.59	58.96	87.30	88.18
	\pm 0.02	\pm 0.14	\pm 0.04	\pm 3.45	\pm 0.75	\pm 1.24	\pm 3.45	\pm 0.75	\pm 1.24
	b	d	d	a	c	b	ab	c	c

a.b.c.d.: Medias de columna con diferente literal, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

CUADRO No. 8

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA, CONTENIDO CELULAR Y PARED CELULAR EN LA MATERIA SECA.

H O R A	HOJAS CON TALLO	HOJAS	FLORES	VAINAS	
0	3.57	1.279	19.63	23.83	DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA
	± 0.14	± 0.22	± 3.32	± 0.02	
	a	a	a	a	
24	44.04	46.93	36.05	76.41	
	± 0.23	± 0.76	± 0.64	± 0.14	
	b	b	b	b	
36	44.75	57.11	40.26	78.09	
	± 0.05	± 1.47	± 0.04	± 0.04	
	b	c	b	c	
0	28.16	14.33	24.26	32.63	DIGESTIBILIDAD DEL CONTENIDO CELULAR
	± 0.86	± 1.90	± 1.11	± 3.45	
	a	a	a	a	
24	63.19	61.97	54.72	79.15	
	± 1.29	± 0.49	± 1.11	± 0.75	
	b	b	b	b	
36	66.62	66.72	68.98	80.59	
	± 0.36	± 1.59	± 0.09	± 1.24	
	b	b	c	b	
0	63.95	55.15	45.56	58.96	DIGESTIBILIDAD DE LA PARED CELULAR
	± 0.86	± 1.90	± 1.11	± 3.45	
	a	a	a	a	
24	81.53	80.09	67.44	87.30	
	± 1.29	± 0.49	± 1.11	± 0.75	
	b	b	b	b	
36	83.25	82.58	77.70	88.18	
	± 0.36	± 1.59	± 0.09	± 1.24	
	b	b	c	b	

a,b,c,:

Medias de columna con diferente literal, son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$).

DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE LA PROTEINA, CONTENIDO CELULAR Y PARED CELULAR:

De acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de la digestibilidad *in situ* de la proteína en la hora 0 (Cuadro #7), se puede deducir, que las hojas con tallo y -hojas, no obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$); además de poseer muy poca proteína soluble, a diferencia de las flores y vainas, en las que también no hay diferencia -- significativa entre ellas, pero poseen un elevado porcentaje de proteína soluble. Al término de las 24 horas, cada una de las muestras tienen un comportamiento diferente, alcanzando las vainas el máximo por ciento de digestibilidad, lo mismo ocurrió al término de las 36 horas donde se incrementaron un poco los valores de porcentaje de digestibilidad de la proteína, siendo las vainas un excelente alimento para la alimentación de animales rumiantes.

En cuanto a los valores obtenidos en la digestibilidad del contenido celular, se observa que las hojas con tallo, - flores y vainas (Cuadro #7), no obtuvieron diferencias significativas entre ellas, a diferencia de las hojas que obtuvieron el menor porcentaje del contenido celular al término de las 24 horas. Las hojas con tallo y hojas, tienen un comportamiento similar a diferencia de las flores y vainas, sin embargo, al término de las 36 horas, las hojas con tallo, hojas y flores, no tienen diferencias significativas entre ellas, pero sí para la digestibilidad del contenido celular.

en vainas, que al igual que el caso anterior, son los frutos los que obtienen el mayor por ciento de digestibilidad (mas del 80%).

De acuerdo a los valores obtenidos en la digestibilidad de la pared celular en la hora 0 (Cuadro #7), las hojas con tallo, las hojas y las flores, son estadísticamente diferentes en cuánto a su asimilación, pero las vainas tienen un comportamiento similar a las hojas con tallo y hojas.

Al término de las 24 y 36 horas, las hojas con tallo y hojas tienen el mismo comportamiento, a diferencia de las flores y vainas que son estadísticamente diferentes; estableciéndose que al término de las 36 horas, las vainas y las flores son los alimentos más aprovechados por la flora ruminal.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la cinética de digestibilidad de la proteína (Cuadro #8), en el análisis de hojas con tallo y flores, no existen diferencias significativas en la digestibilidad al término de las 24 a las 36 horas, mientras que las hojas y vainas elevaron su por ciento al término de estas 24 horas.

En el caso en particular de la cinética de digestibilidad del contenido celular y pared celular, las hojas con tallo, hojas y vainas, no tuvieron diferencias significativas en el intervalo de tiempo de las 24 a las 36 horas, sin embargo, fueron las flores, las que si obtuvieron un incremen-

to tanto en la digestibilidad de su contenido celular como - en la pared celular.

Sin embargo, podemos concluir que son las flores y -- las vainas, las mejores fuentes de alimentos para los animales rumiantes, siendo las vainas; los elementos vegetativos_ más digestibles.

VII.- CONSIDERACIONES FINALES.

Las principales características que determinaron el empleo del "mezquite" hacia la nutrición animal, fueron los siguientes:

1.- Análisis químico proximal:

- Se trata de un alimento poco energético, aunque estadísticamente las hojas con tallo, presentan un contenido mayor de extracto libre de nitrógeno, a diferencia de las hojas, flores y vainas; razón por la cual, representa una fuente ideal para pequeños rumiantes.

- Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la determinación de fibra cruda, las hojas con tallo y las hojas, representan un excelente potencial alimenticio para los animales rumiantes, las flores y las vainas; constituyen el alimento ideal para animales monogástricos como el cerdo.

- Las mejores fuentes de obtención de proteínas, se obtuvieron (estadísticamente) en las flores y vainas, a diferencia de las hojas con tallo y hojas, razón por la cual, cualquiera de las cuatro muestras vegetativas, representa un excelente potencial alimenticio para los animales rumiantes, debido a que no necesitan consumir las proteínas preformadas, puesto que los microorganismos ruminales, degradan en un elevado porcentaje las sustancias nitrogenadas orgánicas e inorgánicas a amoníaco, compuesto que es empleado por los micro-

organismos, para sintetizar sus propias proteínas, a diferencia de los animales monogástricos en las que las flores y --vainas, representan una gran perspectiva nutricional.

- Tomando en cuenta la determinación del valor calórico, las flores y vainas, representan un buen aporte energético para todos los animales (monogástricos y pluricavitarios) a diferencia de las hojas con tallo y hojas, en las que los pequeños rumiantes pueden obtener otras fuentes de energía, ya sea por medio de la fermentación de azúcares, almidones y otros hidratos de carbono fácilmente asimilables, para producir ácidos grasos volátiles, principalmente acético, propiónico y butírico, los cuales son aprovechados por el rumiante como fuente de energía, o bien, por medio del aprovechamiento de la pared celular.

2.- De acuerdo a las fracciones de Van Soest para la fibra cruda, se concluye lo siguiente:

- El contenido celular de las flores y vainas es altamente digestible y posee un alto valor energético, debido -- esencialmente a las sustancias altamente disponibles para un animal monogástrico, como son las fuentes de hidratos de carbono, lípidos, proteínas y otras sustancias hidrosolubles, a diferencia de las hojas con tallo y hojas, en las que el contenido celular se presenta en menor proporción debido al desarrollo de la pared celular, principalmente por el alto contenido de celulosa y en menor escala la hemicelulosa, las --

cuales representan una excelente fuente de energía para los animales rumiantes, ya que los organismos del rumen las aprovechan hasta en un 90%.

- En cuanto a los resultados obtenidos (estadísticamente) en la determinación de lignina, se concluye que ninguna de las cuatro muestras vegetativas analizadas (hojas con tallo, hojas, flores y frutos) repercuten en ningún grado en la alimentación de rumiantes, ya que se presentan en un nivel menor a un 2%, sin embargo para animales monogástricos puede ser un pequeño problema, debido a que la lignina impide la digestibilidad de algunos polisacáridos presentes en la pared celular, con lo cual se disminuye el aprovechamiento de la energía potencial del alimento.

- En cuanto a la determinación del sílice, los valores obtenidos en las cuatro muestras vegetativas, representan un buen aporte mineralógico, ya que el sílice es requerido por el rumiante para la síntesis de colágeno y un buen desarrollo del animal.

3.- En cuanto al análisis de hierro y vitaminas, se concluye lo siguiente:

- El hierro es un nutrimento indispensable en algunas especies monogástricas como el cerdo, ya que evita la anemia ferropénica; siendo las flores y las vainas, las fuentes alimenticias más propicias para estos animales. En cambio, en

...

animales rumiantes la inclusión del hierro en su dieta, permite al igual que en los cerdos, un aumento de peso y una -- elevación de hemoglobina.

Debido a los resultados tan altos obtenidos en esta de terminación, se cree conveniente analizar más la nautraleza_ del hierro; ya que la forma ferrosa se absorbe mejor que la férrica y un exceso de este nutrimento en forma inorgánica - resulta tóxico.

- En cuanto a la determinación de las vitaminas Tiami- na (B1), Riboflavina (B2), Niacina (PP) y Acido Ascórbico (C) en animales rumiantes se hace innecesaria su inclusión - en la dieta, debido a que los microorganismos ruminales, sin tetizan la mayoría de las vitaminas del complejo B y la vita mina C. En cambio, en animales monogástricos como el cerdo, se necesita en el caso en particular de la Tiamina y Ribo-- flavina, se complemente su dieta con otras fuentes alimenti- cias, ya sean con cereales o bien mezclas de leguminosas, de bido a los requerimientos para estas vitaminas, no obstante, en el análisis de Niacina, las hojas con tallo, hojas, flo-- res y frutos; representan un buen aporte vitamínico, siendo_ las flores y frutos; los alimentos más accesibles en su ali- mentación.

En cuanto a la determinación del ácido ascórbico en mo nogástricos, principalmente en cerdos; se hace innecesaria - su inclusión en la dieta.

4.- De acuerdo a los factores antifisiológicos y compuestos tóxicos, se concluye lo siguiente:

- Los valores (estadísticamente) obtenidos en el inhibidor de trisina, no representan desventaja en la alimentación de monogástricos y poligástricos, razón por la cual, -- las cuatro muestras vegetativas analizadas, se pueden emplear como un complemento en su dieta.

- De acuerdo a las determinaciones de taninos y glucósidos cianogénicos, en las hojas con tallo, hojas, flores y frutos, los resultados obtenidos, indican que se puede consumir el alimento sin problemas de toxicidad.

- En cuanto a las determinaciones de fitohemaglutininas, es conveniente, realizar más pruebas cualitativas con diversos tipos sanguíneos y efectuar estas determinaciones con un análisis cuantitativo, para verificar que no existen niveles de toxicidad, en el caso de ser empleadas las hojas con tallo, hojas, flores o frutos; en la alimentación de monogástricos y plurigástricos, aunque en la evaluación biológica del alimento (digestibilidad *in situ*), no hay indicios de toxicidad en pequeños rumiantes.

- En cuanto a la determinación de alcaloides, debido a que la prueba cualitativa resultó positiva en las cuatro -- muestras vegetativas (hojas con tallo, hojas, flores y frutos), es conveniente analizar que tipo de compuestos están presentes en cada una de ellas y verificar su porcentaje, --

principalmente, si algunas de estas fuentes alimenticias se requiere emplear para la alimentación de monogástricos, ya que en animales rumiantes; de acuerdo a la evaluación biológica del alimento, no se registraron indicios de toxicidad.

- Debido a que la prueba cualitativa de saponinas resultó positiva, es conveniente para estudios posteriores, -- realizar una prueba cuantitativa, para ver el rango de toxicidad de las hojas con tallo, hojas, flores y frutos, en caso de ser empleados en la alimentación de monogástricos, ya que en pequeños rumiantes, no se registraron efectos de toxicidad.

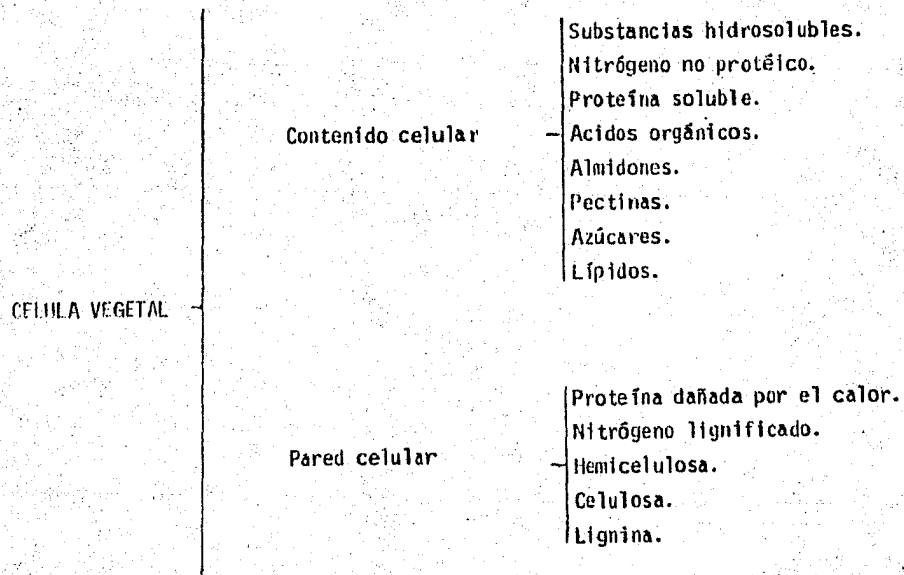
5.- De acuerdo a la cinética de la digestibilidad *in situ* de la Materia Seca, se concluye lo siguiente:

- El aprovechamiento de los nutrimentos fácilmente asimilables que pertenecen al contenido celular en las hojas -- con tallo, hojas, flores y vainas, ocurre antes de las 24 horas, al término de este intervalo, la microflora ruminal empieza a atacar la pared celular y obtener más fuentes de -- energía, siendo más aprovechada la pared celular que el contenido celular, al finalizar las 36 horas de incubación del alimento, cesa el aprovechamiento de la materia seca por parte de los microorganismos ruminales, no encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la digestibilidad de -- las hojas con tallo, hojas, flores y frutos.

6.- En cuanto a la digestibilidad *in situ* de la proteína, contenido celular y pared celular se concluyó que al término de las 36 horas de incubación del alimento, las hojas con tallo y las hojas; son los elementos vegetativos menos asimilables, en comparación a las flores y vainas, lo cual permite en principio en calificar a estas partes vegetativas, como productos alimenticios con un excelente potencial de gradación para pequeños rumiantes.

No obstante, el "mezquite" como una fuente de alimento no convencional, representa un bienestar socioeconómico para los habitantes de Ajalpan-Puebla y otras zonas áridas afines a esta, ya que además de disminuir en un alto grado la erosión presente en esta localidad, se pone en evidencia, su significancia alimenticia, lo cual representa grandes ventajas para los ganaderos, ya que obtienen proteínas de origen animal, que son más fácilmente asimilables que las de origen vegetal.

APENDICE NUM. 1



Sosa, 1979.

APENDICE Num. 2

ALIMENTOS : Porción Comestible.	Hierro mg.
Alubias (promedio)	6.7
Alverjón	7.5
Frijol amarillo	4.8
Frijol ayocote	5.9
Frijol azufrado	5.3
Frijol bayo gordo	5.7
Frijol blanco	4.6
Frijol garbancillo	4.9
Frijol negro	4.7
Frijol ojo de liebre	5.2
Frijol palacio	6.9
Frijol (promedio)	5.5
Frijol (harina de)	13.5
Frijol rosita	4.5
Garbanzo	8.9
Garbanzo (harina de)	7.0
Haba seca	7.3
Ibes	5.6
Lentejas	5.8
Soya (harina de)	8.3

Hernández, 1983.

APENDICE NUM. 3

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE CERDOS EN CRECIMIENTO
(cantidades diarias por animal)

Peso (Kg).....	5 - 10	10 - 20	20 - 35	35 - 60	60 - 100
Consumo	500	1000	1500	2000	3000
Hierro (mg)	70	80	90	100	120

Shimada, 1983.

BIBLIOGRAFIA

- 01.- A.A.C., 1975, *Official methods of analysis*, Washington, D.C., U.S.A., 341.
- 02.- Alcántara, E., 1979, Efecto del tratamiento alcalino - sobre la composición y digestibilidad del bagazo y médula de caña de azúcar, Tesis, U.N.A.M., México, D.F., 99.
- 03.- Alcocer, G., 1903, Usos medicinales del mezquite, Bol. Soc. Agr. Mex. 27: 255-299.
- 04.- Allen, D. N., and Allen, E. K., 1981, *The legumes a sourcebook of characteristics, uses and nodulation*, Ed. Univ. of Wisconsin Press, Madison, U.S. A., 71.
- 05.- Anderson, L., 1972, *Nutrición y dieta*, Ed. Interamericana, México, 645.
- 06.- A.O.A.C., 1975, *Official methods of analysis of association of official analytical chemist*, Washington D.C., U.S.A., 610.
- 07.- Beard, J., 1955, The clasification of Tropical American vegetation types, *Ecology* 36: 89-100.
- 08.- Borja, J., 1963, El mezquite, Sem. Otoño en Esc. Nal.- Agr., Ed. S.A.G., 234-259.

...

- 09.- Bourges, H., 1983, El hierro en: Cuadernos de Nutri-
ción, México, 6 (7): 3-12.
- 10.- Carranco, M., 1984, Caracterización del arbusto forra-
jero "Guayacán" (*Viscainia geniculata*), Tesis de Li-
cenciatura, Motolinia, México, D.F., 38.
- 11.- Claven, J., Kadam, S., Ghonsikar, C., and Salunkhe, --
D., 1979, Removal of tannins and improvement of *in*-
vitro protein digestibility of sorghum seeds by --
soaking in alkali, Jour. Food Sci. 44 (1319): - -
9-12.
- 12.- Cochran, W., y Cox, M., 1978, *Diseños experimentales*, -
Ed. Trillas, México, 661.
- 13.- Cronquist, A., 1981, *Introducción a la botánica*, Ed.--
Continental, México, 848.
- 14.- Church, C., 1979, *Physiology and nutrition of ruminants*
- Ed. I. I. Books, Inc., U.S.A., 452.
- 15.- Daniel, W., 1977, *Bivestadística base para el análi--*
sis de las ciencias de la salud, Ed. Limusa, Méxi--
co, 485.
- 16.- De Alba, J., 1980, *Alimentación del ganado americano -*
en América Latina, Ed. Prensa Médica Mexicana, Méxi-
co, 474.

- 17.- Del Valle, F., Escobedo, M., Muñoz, M., Ortega, R., y Bourges, H., 1983, Chemical and nutritional studies on Mesquite Beans (*Prosopis juliflora*), Jour. Feed Sci., 48(3): 914.
- 18.- Devlin, R., 1980, *Fisiología vegetal*, Ed. Omega, España, 517.
- 19.- Dekken, R., 1973, Effect of delignification on the *in vitro* rumen digestion of polysaccharides of bagassa, Jour. Food. Agric. 24: 375-379.
- 20.- Ferrando, R., 1980, *Alimentos tradicionales y no tradicionales*, Ed. F.A.O., 168.
- 21.- Flores, M., Jiménez, L., Madrigal, S., Moncayo, R., y Takaki, T., 1971, Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana, Ed. S.R.H., México, 59.
- 22.- Forsyth, A., 1968, *Iniciación a la toxicología vegetal*, Ed. Acribia, España, 206.
- 23.- Fortum, L., 1911, Contribución al estudio de la composición de los forrajes en México, Dir. Gral. Agr. -- Mex., Bol. 1: 754-757.
- 24.- Foth, H., y Turk, L., 1979, *Fundamentos de la ciencia del suelo*, Ed. Continental, México, 527.

...

- 25.- García, E., 1973, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de K&eppen*, Ed. U.N.A.M., México, 246.
- 26.- Gaucher, E., 1979, *Edefología*, Ed. Interamericana, México, 464.
- 27.- Gómez, F., 1970, *Mezquites y huizaches*, Ed. I.M.R.N.R., México, 192.
- 28.- González, M., 1955, *Observaciones y trabajos en las zonas áridas de México*, En: *Mesas redondas sobre problemas de las zonas áridas de México*, Ed. I.M.R.N.R., 133-134.
- 29.- Harborne, J., 1971, *Chemotaxonomy of the Leguminosae*, Ed. Academic Press, I.N.C., New York, 612.
- 30.- Hernández, F., 1959, *Historia Natural de la Nueva España*, Bol. 2 y 3, Ed. U.N.A.M., México.
- 31.- Hernández, M., 1983, *Valor nutritivo de los alimentos mexicanos*, Ed. I.N.N., México, 34.
- 32.- Hernández, N., 1933, *Algunas leguminosas importantes*, Esc. Part. Agr., Juárez, México, Bol. 8:54.
- 33.- Hernández, R., 1955, *Problemas de la industrialización de los productos de las zonas áridas de México*, Ed. I.M.R.N.R., 147-149.

- 34.- Herrera, A., 1896, El mezquite, Bol. Soc. Agr. Mex. - - 21:765-766.
- 35.- Huart, A., 1902, Informes sobre el cultivo y explotación del mezquite, Bol. Soc. Agr. Mex. 26:742-744.
- 36.- Jaffé, L., 1974, Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins, Phytochem, 13: 2685- - 2693.
- 37.- Kakade, G., 1974, Determination of trypsin inhibitor -- activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure, Cereal Chem., 51:376.
- 38.- Kirsch, M., 1981, Estudio del valor nutritivo y presencia de factores antinutricionales en el frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*), Tesis, Univ. La Salle, México, D.F., 47.
- 39.- Kolb, E., 1975, *Fisiología veterinaria*. Ed. Acribia, España, 265-335.
- 40.- Lauer, W., 1968, *Geoecología de las regiones montañosas de las Américas Tropicales*, Ed. F. Duemmlers Verlag Bonn, USA. 139-156.
- 41.- Leal, J., 1973, Estudio comparativo en la producción de forraje y análisis bromatológico de maíz (*Zea mays* L), sorgo (*Sorghum vulgare Pers*), mijo perla (*Pennisetum glaucum* L) en tres épocas de corte, Tesis

de Licenciatura, Instituto tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, 64.

- 42.- Leopold, A., 1950, Vegetation zones of México, Ecology - 31:507-510.
- 43.- Liener, I., and Kakade, M., 1969, Protease inhibitors, - en: Toxic constituents of plant foodstuffs, London, 376.
- 44.- Lock, S., 1982, *Diccionario médico*, Ed. Reader's digest. México, 756.
- 45.- López, J., 1973, Influencia en la poda y el ácido 3 Indol-butírico en la floración y fructificación del mezquite (*Prosopis glandulosa* var *torrevana*) Tesis, Universidad Autónoma de Chihuahua, Esc. Agr., México, 60.
- 46.- Madom's, V., 1955, El mezquite (*Prosopis juliflora*). El campo 22:54-55.
- 47.- Marroquín, J., 1965, *Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del Norte de México*, Ed. I.N.I.F., México, 152-158.
- 48.- Martínez, E., 1976, El mezquite, En: Recursos bióticos - potenciales del país, Ed. I.N.I.R.E.B., México, -- 6:79.

...

- 49.- Martínez, M., 1939, *Plantas útiles de la flora mexicana*
Ed. Botas, México, 196.
- 50.- Martínez, M., 1955. *Familia de las leguminosas del Estado de México.* - Ed. Dir. Gral. Agr. Gen., México, -
98.
- 51.- Mc. Donald, P., 1979, *Nutrición animal.* Ed. Acribia, España, 462.
- 52.- Mc Dowell, L., Conrad, J., Thomas, J., and Harris, L., -
1979, *Latin American tables of feed composition,* -
Ed. Gainesville florida, U.S.A., 509.
- 53.- Mc Dowell, R., Lehmann, P., and Ford, G., 1969, Nutri-
ción de rumiantes, En: Jour. Dayry Sci. 52:188.
- 54.- Mehrez, A., and Arskov, E., 1977, A study of the artifi-
cial, fibre bag technique for determining the di-
gestibility of feeds in the rumen, Camb, Graat - -
Britain, En: Jour, Agr. Sci. 88:645-650.
- 55.- Messiaen, C., 1979. *Las hortalizas,* Ed. Blume, México -
455.
- 56.- Michelsen, O., 1967, The nutrition foundation, Jour. -
Deiry Sci. 43:1854.
- 57.- Miranda, F., y Hernández, E., 1963, Los tipos de vegeta-
ción de México y su clasificación., Bol. Soc. Bot.

Méx. 20:29-179.

- 58.- Miranda, F., y Hernández, E., 1964, Fisiografía y vegetación, En: Las zonas áridas del Centro y Noreste de México, Ed. I.M.R.N.R., México, 27.
- 59.- Monroe, E., Wall, E., and Rolland, M., 1952, Detection and estimation of steroidal saponin in plant tissue, Anal. Chem. 8(24): 1337-1347.
- 60.- Morales, A., 1872, Estudio comparativo de algunas gomas indígenas con la goma arábiga verdadera, An. Inst. Med. Nat., 116-124.
- 61.- Muñoz, E., 1983, Sustancias tóxicas en los alimentos e interacciones tóxicos-nutrientes, En: Bol. Inf. Div. Nutr., I.N.N.S.Z., 1(7): 42-46.
- 62.- Oosting, ., 1958, *The study in plant communities*. Ed. -- W. H. Freeman & Company, London, 326.
- 63.- Pearson, D., 1975, *The chemical analysis of foods*. Ed. -- I. & A. Churchill, London, 353-354.
- 64.- Pérez-Gil, F., Torreblanca, A., Bourges, H., y García, G., 1983, Alimentos tradicionales y no tradicionales: *Prosopis laevigata* (mezquite) y *Pithecolobium dulce* (guamúchil), En: Tecnología de los alimentos 18(6):4-10.

...

- 65.- Pigden, W., 1972, Aprovechamiento de la lignocelulosa - por los rumiantes, *Rev. Mund. Zoot.*, 1:7-10.
- 66.- Porras, H., 1978, *Agenda técnica agrícola*, Puebla Sur, - Ed. S.A.R.H., Chapingo, 97.
- 67.- Ramírez A., 1937, Notas acerca del aprovechamiento de - algunas plantas de importancia económica en la Re- gión del Valle del Mezquital, *An. Inst. Biol.* 8: - 83-115.
- 68.- Ruíz, M., 1970, *Tratado elemental de botánica*, Ed. E.C. L.A.L.S.A., México, 230.
- 69.- Rzedowski, J., 1966, Vegetación del Estado de San Luis_ Potosí, *Acta Cient. Potos.* 5:5-291.
- 70.- Rzedowski, J., 1978, *Vegetación de México*, Ed. Limusa, - México, 432.
- 71.- Sánchez, C., 1980, *La flora del Valle de México*, Ed. -- Herrero, México, 519.
- 72.- Sarukhán, K., 1964, Estudio sucesional de una área ta- - lada en Tuxtepec, Oaxaca., I.N.I.F., Publ. Esp. -- #3, México, 107-170.
- 73.- Schimada, A., 1983, *Fundamentos de nutrición animal com- - parada*, Ed. I.N.I.P., México, 375.

- 74.- Schuster, I., 1969, *Literature on the mesquite (Prosopis L) of North America, An annotated bibliography*, Ed. I.C.A.S.A.L.S., Texas, 83.
- 75.- Siegal, S., 1968, *Biochemistry of the plant cell wall*, - Ed. M. Horkin and E. H. Stats, New York, U.S.A., - 26:752.
- 76.- Simpson, B., 1977, *Mesquite its biology in two desert - scrub ecosystems*, Ed. Halsted Press of John Wiley & Sons Ins, U.S.A., 250.
- 77.- Sosa, E., 1979, *Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal*, Ed. Col. Post., I. N.I.P., México, 215.
- 78.- Standley, P., 1981, *Threes and shrubs of Mexico*, Ed. -- Contr. U.S. Nat. Herb., U.S.A., 721.
- 79.- Steel, R., and Torrie, J., 1980, *Principles and procedures of statistics a biometrical approach*, Ed. Mc -- Graw Hill, U.S.A., 633.
- 80.- Van Soest, P., 1982, *Nutritional ecology of the ruminant*, Ed. O & Books, Inc., U.S.A., 374.
- 81.- Ward, K., 1970, *Cellulose lichenan and chitin*, en: *The carbohydrates*, Ed. W. Pigman and A. Horton, Academic Press, London, 2:413-419.

- 82.- Weisz, P., 1975, *Tratado de botánica*, Ed. C.E.C.S.A., - México, 740.
- 83.- Webb, L., 1979, An australian phytochemical survey in alkaloids and cyagenetic compounds in Queensland - plants, Melbourne, Bol. 241:18-21.
- 84.- Wurts, L., 1981, Estudio de caracterización de la semilla *Bixa orellana* L (achiote) y del desecho generado en la extracción de sus pigmentos, Tesis. Univ. Motolinia, México, D. F., 88.