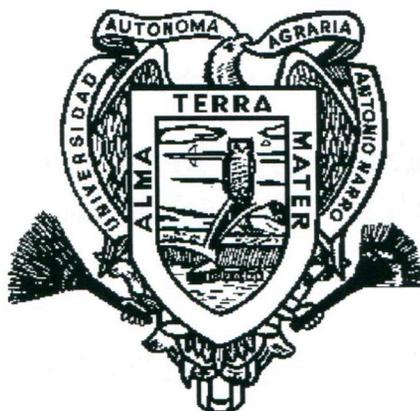


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA Y MATERIA  
ORGÁNICA DE LA VAINA DEL MEZQUITE EN DIETAS  
PARA RUMIANTES

POR

**YADIRA MABEL NERI CARRILLO**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE 2006.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal

TESIS

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA Y MATERIA ORGÁNICA DE  
LA VAINA DEL MEZQUITE EN DIETAS PARA RUMIANTES

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO

  
Ph D. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

  
M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS.

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
AAP - UD

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE 2006.

00057

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

División Regional de Ciencia Animal

TESIS

POR

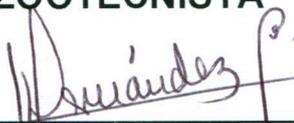
**YADIRA MABEL NERI CARRILLO**

**DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA Y MATERIA  
ORGÁNICA DE LA VAINA DEL MEZQUITE EN DIETAS PARA  
RUMIANTES**

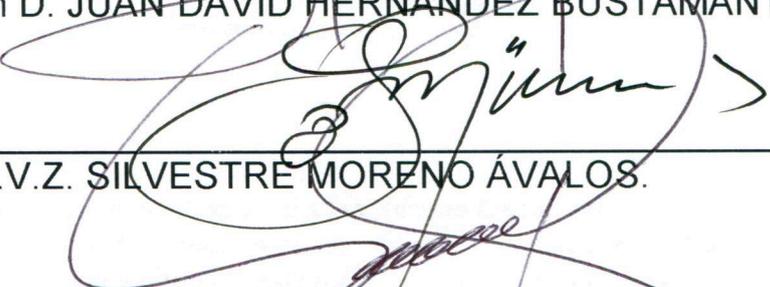
TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE  
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
Ph D. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE.

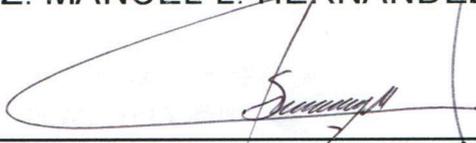
VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
M.V.Z. SILVESTRE MORENO ÁVALOS.

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
M.V.Z. MANUEL L. HERNÁNDEZ VALENZUELA.

SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE 2006.

# ÍNDICE

Página

LISTA DE CUADROS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	iv
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- OBJETIVOS.....	2
III.- JUSTIFICACIÓN.....	2
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
4.1.- NOMBRE CIENTÍFICO.....	2
4.1.1.- SINONIMIA.....	2
4.1.2.- NOMBRE(S) COMÚN(ES).....	3
4.2.- DATOS GENERALES.....	4
4.2.1.- DISTRIBUCIÓN DEL MEZQUITE ( <i>Prosopis juliflora</i> ).....	9
4.2.2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	11
4.2.3.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	14
4.3.- FORMAS EN QUE SE OFRECE.....	16
4.3.1.- MEZCLADO COMO DIETA INTEGRAL.....	18
4.3.2.- PALATABILIDAD.....	18
4.3.3.- DIGESTIBILIDAD.....	19
4.3.4.- APROVECHAMIENTO POR LOS ANIMALES.....	21
4.4.- TOXICIDAD.....	22
4.4.1.- LA COQUERA.....	22
4.4.2.- VACA DESPECHADA.....	24

V.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
5.1.- MATERIALES.....	26
5.2.- MUESTRA EXPERIMENTAL.....	27
5.3.- MÉTODOS.....	27
5.4.- LOCALIZACIÓN.....	28
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
6.1.- DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DEL MEZQUITE EN PRESENTACIÓN MOLIDA (HARINA).....	30
6.2.- DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DEL MEZQUITE EN TAMAÑO DE 1 CM.....	31
6.3.- DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DEL MEZQUITE EN TAMAÑO DE 2.5 CM.....	32
6.4.- COMPARACIÓN DE LA MATERIA SECA DEL MEZQUITE EN SUS TRES DIFERENTES TAMAÑOS OFRECIDOS.....	33
6.5.- DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL MEZQUITE EN PRESENTACIÓN MOLIDA (HARINA).....	34
6.6.- DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL MEZQUITE A 1 CM DE TAMAÑO.....	35
6.7.- DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL MEZQUITE PROPORCIONADO A UN TAMAÑO DE 2.5 CM..	36
6.8.- COMPARACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL MEZQUITE EN SUS TRES VARIEDADES DE TAMAÑO.....	37
VII.- CONCLUSIONES.....	38
VIII.- LITERATURA CITADA.....	39

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MEZQUITE.....	15
2	COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LA VAINA Y LA HARINA DEL <i>Prosopis</i> (BASE SECA).....	16
3	ALIMENTOS QUE PUEDEN SER SUSTITUIDOS POR <i>Prosopis juliflora</i> EN BASE A SU CALIDAD NUTRICIONAL.....	19
4	PARTES CONSUMIDAS Y SU VALOR NUTRITIVO DEL <i>Prosopis juliflora</i> .....	20
5	ALGARROBA- VALORES NUTRICIONALES EN BASE SECA.....	21
6	SUPLEMENTACIÓN DE BOVINOS EN CRECIMIENTO CON HARINA DE VAINA DE CUJÍ.....	21
7	PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA EN DIFERENTES TAMAÑOS DEL MEZQUITE ( <i>Prosopis juliflora</i> ).....	28
8	PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA EN DIFERENTES TAMAÑOS DEL MEZQUITE ( <i>Prosopis juliflora</i> ).....	29

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	El mezquite en las instalaciones de la U.A.A.A.N.-U.L altura aproximada de 7 mts.....	4
2	Racimo en inflorescencia del <i>Prosopis juliflora</i> .....	5
3	Dibujo de un racimo en inflorescencia del <i>Prosopis juliflora</i> ....	6
4	Partes de la flor.....	6
5	Prominencias redondeadas de las semillas en la vaina.....	7
6	Partes del fruto.....	7
7	Descripción de la vaina.....	8
8	Estrías color amarilla-violáceas de las vainas.....	8
9	Copa aparasolada para que las ramas tengan luz.....	11

10	Altura de los arbustos pequeños.....	12
11	Descripción de hojas y espinas del mezquite ( <i>Prosopis juliflora</i> ) .....	13
12	La presentación de la vaina en el árbol.....	13
13	Separación del miembro torácico derecho y debilitamiento de los músculos pectorales.....	25
14	Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite molido (harina).....	30
15	Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en tamaño de 1 cm.....	31
16	Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en presentación de 2.5 cm.....	32
17	Comparación de la Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en sus tres presentaciones.....	33
18	Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite molido (harina).....	34
19	Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite con un tamaño de 1 cm.....	35
20	Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite picado a 2.5 cm de tamaño.....	36
21	Comparación en la digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite en sus tres tamaños presentados.....	37

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la digestibilidad ruminal *in situ* de la Materia Seca (M.S.) y la Materia Orgánica (M.O.) de la vaina del mezquite (*Prosopis juliflora*) del Norte de México. Para evaluar la digestibilidad de la vaina se obtuvieron tres diversos tamaños de muestra: molido (harina), 1 (cm) y 2.5 (cm). Siguiendo la técnica de la bolsa de nylon e incubadas en tiempos de 0, 4, 8, 12, 18, 24, 36 y 48 horas postprandial. Se observó una mayor digestibilidad de la Materia Seca (MS) ( $P < 0.05$ ) en la presentación del mezquite molido con un 46.23 %, comparado con 1 cm que fue de 28.68 % y del tamaño de 2.5 cm con un resultado de 24.05 % en las primeras 4 horas de colocadas las bolsas. En cuanto a la digestibilidad de la Materia Orgánica (MO) ( $P < 0.05$ ) los resultados obtenidos varían poco entre los tres diferentes tamaños, por ejemplo en el mezquite molido (harina) se obtuvo el resultado de 96.57 %, en comparación el mezquite de 1 cm, el resultado fue de 96.28 % y 96.04 % en el mezquite de 2.5 respectivamente; al comparar los resultados de los tres tamaños del mezquite la diferencia con que inicia a las 4 horas de incubadas las muestras. Concluyendo que el mezquite solo se recomienda como adición en temporada de sequía o en temporada de frío. Para el mejor aprovechamiento del mezquite (*Prosopis juliflora*), la mejor forma de ofrecerlo es molido (harina).

## I. INTRODUCCIÓN

El ecosistema de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, está formado por árboles, matorrales y arbustos.

Uno de los arbustos es el mezquite (*Prosopis juliflora*) que pertenece a la familia *Leguminosae mimosidaeae* el cual es nativo de la zona.

Es uno de los recursos forrajeros que abunda en la Comarca Lagunera, su vida productiva es de 40 años o más, florece dos veces al año, para producir sus vainas empieza en menor cantidad desde los dos años alcanzando su máxima producción a los 3 años dependiendo donde sea plantada.

La vaina es consumida por los rumiantes, es muy palatable por lo dulce de su pulpa, esto hace que su vaina en época de sequía sea un compuesto botánico en la dieta de los animales de pastoreo y confinadas.

Ya que en verano e invierno son las épocas críticas para cubrir los requerimientos de los animales, por la escasa disponibilidad de forraje en esas épocas, se hace necesario suplementar la dieta con una fuente adicional de nutrientes, teniendo como opción el ecosistema que lo rodea.

La información sobre la digestibilidad de la vaina del mezquite en rumiantes es muy limitada, por lo que el presente estudio se realizó debido al uso constante de este recurso haciéndose pertinente el conocer la digestibilidad del mezquite y poder optar por su uso de una manera más racional y científica, determinando mediante la técnica *in situ* la digestibilidad ruminal de la materia seca (M.S.) y el efecto sobre la digestibilidad ruminal de la materia orgánica (M. O.) de la dieta de los rumiantes sobre el mezquite en tres tamaños diferentes, como molido (harina), 1 cm y 2.5 cm.

## II. OBJETIVOS

- Determinar la digestibilidad ruminal *in situ* de la Materia Seca y la Materia Orgánica del mezquite (*Prosopis juliflora*) ofrecido a rumiantes en el norte de México.

## III. JUSTIFICACIÓN

En vista de la escasa información sobre el uso de las vainas del mezquite (*Prosopis juliflora*) como parte de la dieta en rumiantes, se hace necesaria la investigación sobre el aprovechamiento del animal, sobretodo en ciertas épocas del año donde los pastos no aportan los nutrientes necesarios para el ganado.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. NOMBRE CIENTÍFICO

*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

De la familia: *Mimosaceae* (*Leguminosae mimosideae*).

#### 4.1.1. Sinonimia

*Acacia cumanensis* Humb. et Bonpl. ex Willd.; *Acacia juliflora* (Sw.) Willd.; *Acacia salinarum* (Vahl) DC.; *Algarobia juliflora* (Sw.) Heynh.; *Mimosa juliflora* Sw.; *Neltuma bakeri* Britton et Rose; *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz; *Prosopis cumanensis* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Kunth (SIRE, s/f).

#### 4.1.2. Nombre(s) común(es)

Mezquite – Rep. Mexicana; algarroba – Colima; biia (lengua zapoteca) – del Istmo; chúcata – Michoacán; huupa – Sinaloa; inda-a (lengua cuicateca) – Oaxaca; katzimelk – Sonora y Chihuahua; me-equite (lengua huichol) – Jalisco; t'ahí, tai, taj, toji (lengua otomí) – Hidalgo; tsirisicua, chácata, tziritzecua (lengua tarasca) – Michoacán; uejoue (lengua tarahumara) – Chihuahua; háas (lengua seri) – Sonora; utuh (lengua huasteca) – sureste de San Luis Potosí (SIRE, s/f).

“Casharo” (Jamaica), “Bayahonda”, “Mezquite” o “Ambrón” (Santo Domingo y Puerto Rico), “Algarroba” o “Mezquite” (México), “Carbón” (El Salvador) “Espinaruco” (Honduras), “Acacia de Catalina” (Nicaragua), “Algarrobo”, “Cují”, “Cují negro”, “Jaque blanco” y “Jaque negro” (Venezuela), “Cují”, “Maíz criollo” (Estado de Guarico), “Teste”, “Algaroba” (Brasil), “Acacia de Catarina”, “Algarrobo colorado”, “Algarrobo del Brasil”, “Aroma”, “Aroma americana”, “Aromo”, “Barbasco”, “Baron”, “Bate caixa”, “Bavahonda”, “Bayahonda”, “Bayahonde”, “Biia”, “Cambron”, “Carbón”, “Cashaw”, “Catzimec”, “Chachaca”, “Chucata”, “Cuida”, “Cuji amarillo”, “Cuji carora”, “Espino ruco”, “Ganda babool”, “Gandasein”, “Guatapana”, “Guisache”, “Haas”, “Honey locust”, “Huupa”, “Inda-a”, “Indju”, “Kuigi”, “Maíz criollo”, “Maje”, “Manca caballo”, “Mareno”, “Nacascol”, “Canasol”, “*Prosopis* de mexique”, “Taj”, “Tai” “Tepemezquite”, “Tintitaco”, “Toji”, “Trupillo”, “Ttahi”, “Upala”, “Visna”, “Wawabi”, “Yaga-bu”, “Yaque”, “Yaque blanco”, “Yaque negro” (Galera, 2000).

La mayor parte de las especies de *Prosopis* en México son conocidas por el nombre del “mezquite” (“mesquite inglés”), la palabra derivada del náhuatl “mizquitl”, que significa la “corteza que broncea”. Curiosamente, el nombre del género *Prosopis* viene de viejo Griego, y se relaciona con las características que broncean de su corteza, usadas en la preparación de las pieles de las ovejas. En México también se conoce por los nombres del “guisache”, “chucata”, “tziritzequa” y “algarroba” (Maldonado, et. al., 1986).

## 4.2. DATOS GENERALES

Se desarrolla naturalmente en México, América Central y Norte de América del Sur (Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela) (Ribaski, 1997).

Extendiéndose al Sur de Estados Unidos, al Este de la India y las Bahamas (Habit, et. al., 1988).

*P. juliflora* (Swartz) DC “algarrobo”, “mezquite” árbol de 6 a 20 m de alto (Galera, 2000).

La madera es dura y pesada, en el centro es café o negra muy durable por su dureza y consistencia (Anónimo 1, s/f).

Con una medida de 20 a 150 cm de fuste; puede haber arbustos de 3 a 6 m de alto (Galera, 2000).

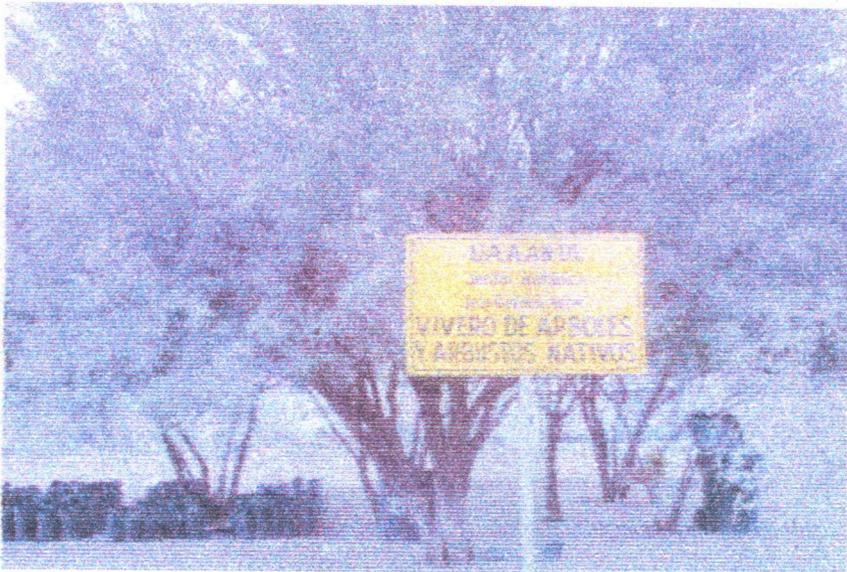


Figura 1.- El mezquite en las instalaciones de la U.A.A.A.N. – U.L. altura aproximada de 7 mts.

Este árbol presenta como características las ramas con espinas geminadas o solitarias a veces ausentes y con raíces de crecimiento lateral. Las hojas bipinnadas medianas a grandes, 10 a 20 cm de longitud, amplias laxas, de igual longitud que las inflorescencias o ligeramente más cortas o más largas, generalmente con 3 pares de pinnas (2–4) por hoja, de 6 a 8 cm. de longitud, con 9 a 17 pares de folíolos, ligeramente pubescentes, distanciados de 4 a 8 mm, de forma oblonga, lineales, obtusos, submucronados de 5–15 mm de largo por 3–5 mm de ancho. Presenta glándulas verdosas con poro apical en la unión de las pinnas, igualmente glándulas más pequeñas en unión de los folíolos (Galera, 2000).

Las flores se encuentran agrupadas en inflorescencias en espigas, son sumamente pequeñas y producen un aroma y néctar agradable para la polinización (Anónimo 1, s/f).

Las inflorescencias en racimos espiciformes, cilíndricos, de 7 a 17 cm de longitud (Galera, 2000; Ffolliott y Thames, 1983).



Figura 2.- Racimo en inflorescencia del *Prosopis juliflora*.



Figura 3. Dibujo de un racimo en inflorescencia del *Prosopis juliflora* (Ffolliott y Thames, 1983).

Las inflorescencias son de color blanco verdosas, que viran a amarillo claro en la madurez; cáliz de 0.8 a 1 mm de largo, pentadentado, con pétalos libres son de 2.5 a 3 mm de longitud, pelados en el interior, pero glabros en el exterior, lineal agudos, 10 estambres libres de 4 a 5 mm de largo, ovario estipitado, estilo filiforme (Galera, 2000; Ffolliott y Thames, 1983).

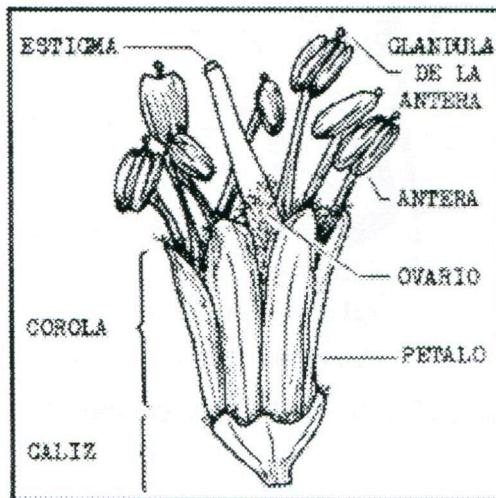


Figura 4.- Partes de la flor (Ffolliott y Thames, 1983).

Mientras la vaina es inmadura, las semillas aparecen como prominencias redondeadas, bajas en el medio de la vaina. Con el tiempo, la vaina se hincha y se pone pulposa y deja de verse el contorno de las semillas. El endocarpio puede tener hasta 25 segmentos redondeados, rectangulares (Ffolliott y Thames, 1983).



Figura 5.- Prominencias redondeadas de las semillas en la vaina.

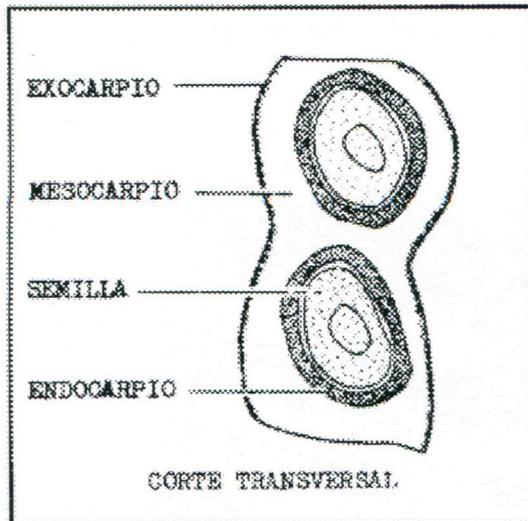


Figura 6.- Partes del fruto (Ffolliott y Thames, 1983).

Las semillas son ovaladas y pardas, miden alrededor de 0.6 cm de longitud por 0.5 cm de ancho (Ffolliott y Thames, 1983, Galera, 2000).

La vaina es carnosa, dulce, fibrosa e indehisciente, generalmente aplanada, derecha o ligeramente retorcida o encorvada en el ápice, subcilíndrica. Algunos individuos pueden tener la forma de la hoz. El tamaño varía oscilando en 8 a 29 cm de largo, 0.8 a 1.8 cm de ancho y de 0.4 a 1 cm de espesor; de color amarillo paja, amarillo marrón, amarilla-violácea, pardo claro, algunas veces con estrías rojas longitudinales, articulaciones subcuadradas o marcas más oscuras, comprimido, recto, extremo falcado (FAO – 1, s/f; CONABIO, s/f; Galera, 2000; Ffolliott y Thames, 1983).

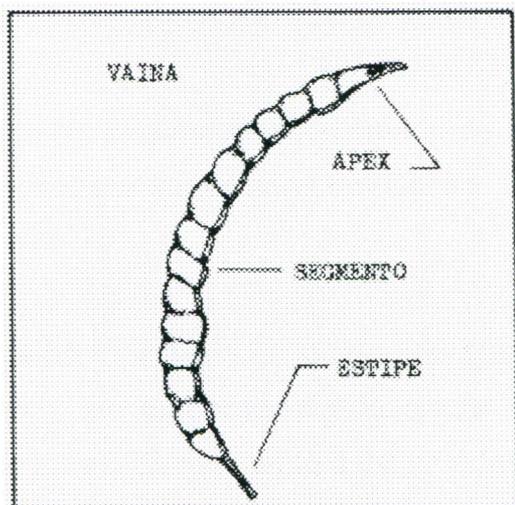


Figura 7.- Descripción de la vaina (Ffolliott y Thames, 1983).



Figura 8.- Estrías color amarilla-violáceas de las vainas.

#### 4.2.1. DISTRIBUCIÓN DEL MEZQUITE

Esta especie se encuentra en la parte norte de América del Sur desde Perú, pasando por América Central y en todo México, sobre llanos, pendientes inferiores montañosas y a lo largo de corrientes de agua y arroyos (Ffolliott y Thames, 1983).

El género *Prosopis* se considera un recurso importante en muchas partes de México y es característico en parajes áridos y semiáridos (Maldonado, 1986).

El mezquite se distribuye en México desde el estado de Sonora hasta el estado de Oaxaca, pasando por todos los estados del Centro, Este y Oeste (Anónimo 1, s/f).

En México *P. juliflora* se ha establecido a lo largo de drenajes, donde las lluvias son menores a 150 mm; sin embargo, puede crecer en lugares con lluvias superiores a 750 mm anuales. Es resistente a las heladas (Galera, 2000).

Sin embargo, ocho especies y tres variedades pueden ser distinguidas, las características específicas de cada presentación. El rango de estas especies son las siguientes (Maldonado, 1986).

*Prosopis juliflora*: pasa por áreas extensas del país, incluyendo la península de Baja California. También en llanos, en declives de las montañas y a lo largo de corrientes de agua y arroyos. El nombre de la especie refiere a "julus", o azotar-como inflorescencia.

*P. juliflora* variedad *glandulosa*: atraviesa por México, particularmente en las áreas del sur, alcanzado la parte sureste de Estados Unidos. Prosperan en suelos neutrales y alcalinos con la precipitación anual que varía a partir 150 milímetros a 750 milímetros, y en las altitudes hasta 1.500 m sobre nivel del mar. El nombre deriva de las anteras glandulares conectivas de sus flores.

*P. juliflora* variedad *velutina*: cruza por el noreste de México, en el estado de Sonora. Crece en llanos aluviales, en las costas bajas y a lo largo de corrientes del desierto.

*P. juliflora* variedad *torreyana*: distribuido extensamente a través de México, particular en los llanos costeros.

*Prosopis pubescens*: se ubica en el Norte de México, el estado de Baja California, parte de Chihuahua y en Sonora. Crece en la orilla de la corriente, en tierras bajas y cercanas al agua. El nombre de la especie deriva de la calidad suave de la fruta.

*Prosopis reptans*: Distribuido en la península de Baja California y en el noreste de México. "Reptans" significa el "arrastramiento", un hábito del crecimiento de esta planta.

*Prosopis cinerascens*: Encontrado principalmente en el área costera del golfo de México, en suelos aluviales con presencia de un estrato de la induración del carbonato de calcio en el perfil.

*Prosopis palmeri*: se halla principalmente en la península de Baja California. Crece sobre todo dentro o cerca de los causes de ríos secos, barrancas y playas del desierto.

*Prosopis articulata*: Distribuido sobre un área limitada cerca de Guaymas, Sonora, y en los estados de Tamaulipas y de Veracruz. Crece en altiplanicies rocosos y en llanos a lo largo de la península de Baja California.

*Prosopis laevigata*: Encontrado principalmente en lo alto de las altiplanicies centrales del norte de México, los alcances más bajos de Tamaulipas y en partes de Oaxaca, Morelos, Puebla y Chiapas. Crece en cuevas de la colina, depresiones y llanos inundados.

*Prosopis tamaulipana*: se localiza en la porción del Este de la Sierra Madre, en los estados de Tamaulipas y de Veracruz. Crece en suelos pesados de arcilla en las bajas altitudes (Maldonado, 1986).

## 4.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En la mayoría de las regiones áridas, las plantas de *Prosopis* ocurren como arbustos y solamente donde está disponible el abastecimiento de agua adecuado crecen hasta tamaño del árbol. De vez en cuando, *Prosopis* es la planta más ubicua de muchos kilómetros alrededor, formando los bosques verdaderos conocidos en México como “Mezquitales” (Maldonado, 1986).

El crecimiento del mezquite, se encuentra íntimamente relacionado con la profundidad del suelo y la disponibilidad del agua en el subsuelo. Por tal motivo, los ejemplares que alcanzan mayor altura y grosor del fuste, se localizan en valles con suelos profundos, así como en los márgenes de ríos y arroyos, cuerpos de agua y drenaje de los escasos escurrimientos en zonas áridas y semiáridas (Anónimo 1, s/f; Maldonado, 1986).

Prospera bien en pleno sol desde la germinación, compitiendo airosamente con pastos y arbustos. Las ramas inferiores no soportan la sombra de las ramas superiores y para tener luz tienden a alargarse lateralmente, originando la copa aparasolada. Las ramas inferiores que no reciben luz mueren, a esto se le llama “desrame natural”, si no se cortan permanecen por varios años (Galera, 2000).



Figura 9.- Copa aparasolada para que las ramas tengan luz.



Figura 10.- Altura de los arbustos pequeños.

La planta es un arbusto pequeño, abierto o árbol de 3 a 8 m de alto con una copa redondeada o algo aplastada. La corteza es lisa o levemente fisurada y de color pardo (Ffolliott y Thames, 1983).

Las hojas tienen uno a cuatro pares de pinnas con 10 a 16 pares de folíolos. Son más cortas o tan largas como la inflorescencia; peciolo más raquis son de 0,5 a 7,5 cm de largo. Los folíolos son elíptico-oblongos, 6 a 23 mm de largo, 1,6 a 5,5 mm de ancho y por lo común, glabros. A lo largo de la costa noroccidental de América del Sur los folíolos son ocasionalmente pubescentes (Ffolliott y Thames, 1983).

Los folíolos están sobre el raquis a distancias generalmente algo mayores de su ancho (Ffolliott y Thames, 1983).

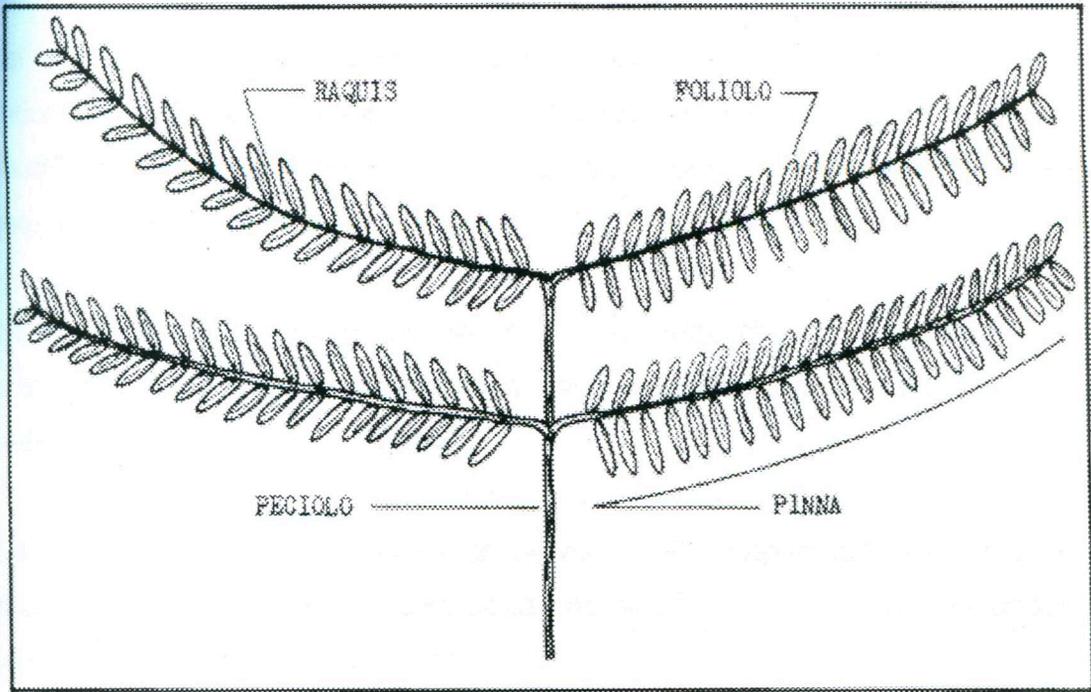


Figura 11.- Descripción de hojas y espinas del mezquite (*Prosopis juliflora*) (Ffolliott y Thames, 1983).



Figura 12.- La presentación de la vaina en el árbol.

Florece a partir del cuarto año de haberse establecido. El proceso de floración es muy variable, en un mismo árbol se presentan frutos maduros y verdes e inflorescencias simultáneamente. El tiempo desde la floración hasta la fructificación dura tres meses, lo que representa una actividad constante de seis meses (Galera, 2000).

Lo que indica que florece dos veces al año, entre diciembre y febrero es su principal fructificación, pero vuelve a dar fruto entre junio y julio, aunque en menos cantidad (Clavero, 1998-b).

Es una especie con alto grado de agresividad o capacidad colonizadora en áreas disturbadas, generalmente cada año se obtienen grandes cantidades de vainas y semillas (Anónimo 1, s/f).

El mezquite tiene una alta capacidad de regeneración natural por semilla y por rebrote o retoño. Esto favorece la dispersión natural de la especie. La diseminación de la semilla es endozoica y/o zoócora, es decir, a través del aparato digestivo de animales como borregos y cabras (Anónimo 1, s/f).

Si es socorra significa que es por la movilidad del mezquite que obedece a la habilidad de las semillas de pasar a través del tubo digestivo de los animales que lo pastorean. Se propaga naturalmente por semilla. Su dispersión natural ocurre a través de las heces de los animales, principalmente bovinos, después de comer sus frutos (Galera, 2000).

#### **4.2.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

La vaina es una fuente importante de carbohidratos y proteínas, principalmente para las regiones mas secas. La pulpa dulce de los frutos y las semillas concentran cerca de 34 a 39 % de proteínas y de 7 a 8 % de aceites (Ribaski, 1997; Galera, 2000).

Como forraje, las vainas poseen cerca de 8 a 10 % de proteína bruta y digestibilidad sobre 74%. Para las hojas, de baja palatabilidad, la cantidad de proteína es de 18%, digestibilidad 59% y tanino 1.9% (Ribaski, 1997; Galera, 2000).

Cuadro 1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MEZQUITE.

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

Fuente: FAO (citado por Galera en el 2000).

La pulpa es rica en sacarosa de un 20 a 25% y reduce el azúcar de 10 a 20% (Habit, et. al., 1988).

Las vainas son aceptadas por el ganado; pueden ser almacenadas por 2 años, así pueden ser utilizadas como forraje concentrado. El valor de las vainas es igual en energía y alto en proteína cruda (PC): (5.0 +/- 1 Mega joules (Mj) de Energía Neta (EN) por kilogramo de Materia Seca (MS) de la vaina y 15 +/- 2% de Proteína Cruda (PC)). El análisis proximal se hace de las vainas que están en el suelo donde las semillas no se han quitado generalmente (Le Houérou, s/f).

Los datos que se han publicado sobre el contenido de nutrientes de *Prosopis juliflora*, indican que los niveles de proteína (21.8), fibra (19.2) y carbohidratos (40.8) de la harina de vainas son elevados, la inclusión de esta harina en la dieta de rumiantes contribuye a corregir las deficiencias nutricionales. Los datos

00057

conocidos resumidos en el cuadro 2, indican que la vaina como planta leguminosa típica es rica en calcio y fósforo en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades del ganado tropical (Clavero, 1998-b).

Cuadro 2. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LA VAINA Y LA HARINA DEL *Prosopis* (BASE SECA).

COMPONENTES	P. juliflora (Vaina)	P. juliflora (Semilla)	Maíz (Harina)
Humedad	12.2	9.7	12.0
Proteína	12.4	21.8	7.9
Lípidos	1.3	5.2	1.2
Fibra	22	19.2	0.6
Cenizas	3.2	3.3	0.5
Carbohidratos	48.9	40.8	78.4

(Do Monte, citado por Clavero, 1998-b).

En condiciones naturales, la semilla y las vainas son susceptibles a daños por insectos que depositan sus huevecillos y desarrollan sus larvas en las semillas, provocando una disminución en la cantidad y calidad del producto. Este es uno de los principales daños que se han registrado (Anónimo 1, s/f).

#### 4.3. FORMAS EN QUE SE OFRECE

Se sugiere suministrar vainas a los animales, después de su trituración en máquina forrajera, bajo la forma de salvado (Galera, 2000).

Para la alimentación animal se recomienda moler la vaina y administrar las siguientes cantidades para adultos:

Vacuno: 3 a 7 kg/día fraccionada en dos partes.

Caprinos/ovinos: 0.5 a 1.5 kg/día fraccionada en dos partes.

Cerdos: 0.4 a 3 kg mezclado con la ración.

Aves y animales (cuy): 50 grs/día, complementando con otros alimentos.

(Clavero, 1998-b).

El valor nutritivo y la digestibilidad de las vainas molidas son comparables a los de heno de alfalfa, sin embargo, es necesaria que sean procesadas para prevenir problemas en los vacunos. Se comprobó que el agregado de hasta un 30% de una mezcla de semillas de *Mangifera indica*, *Cassia tora* y de vainas de *P. Juliflora* y de *algas marinas* al alimento concentrado para animales de baja producción, no afectó ni el rendimiento ni la cantidad de la leche. Aunque el agregado de 45% de *P. Juliflora* al alimento concentrado para toros produce trastornos metabólicos en la captación del fósforo; si sólo se incorpora hasta un 20% de frutos de cuji, no se detectan efectos adversos en el metabolismo de los nutrientes (Galera, 2000).

Los frutos de cuji pueden sustituir a los de cebada en la alimentación de ovejas, ya que los aumentos de peso, al menos en 10 semanas, son similares (Galera, 2000).

Las vainas son aprovechadas como forraje para el ganado, éstas tienen un alto valor nutritivo. La harina obtenida de las vainas del mezquite, se pueden mezclar con harina de maíz, alfalfa, zacate, harinolina, salvado, alfalfa molida, pasta de cacahuate o linaza. En la harina el mezquite tiene una proporción de 20 a 60% del total de la mezcla que se usa para forraje (Anónimo 1, s/f).

Silva et. al., (citados por Primo, et. al., 1984) han realizado experimentos, la sustitución progresiva del salvado de trigo por las vainas del mezquite (*Prosopis juliflora*) en proporciones del 25%, 75% y 100% del total de la ración en bovinos, observando mejores resultados en materia seca, proteína cruda, proteína digestible y la conversión total de los nutrientes digestibles en los tratamientos a partir del 25% hasta el 100% del contenido de la vaina.

#### **4.3.1. MEZCLADO COMO DIETA INTEGRAL**

Es considerado como planta forrajera en el alimento para ganado, se obtiene harina que se combina con harinolina y nopal para el ganado lechero. La parte usada para este fin es el fruto, que contiene carbohidratos y proteínas (SEMARNAT, s/f).

En un ensayo realizado por Araujo-Febres y colaboradores en 1997, se evaluó en ovinos la dieta de 70% de heno + 30 % de harina de vaina de cují (6.25 % PC; 81.32 % FDN; 43.93 % FDA; 5.18 % LIG).

En Brasil, los frutos de *Prosopis juliflora* son cosechados y procesados una vez secos. Contienen aproximadamente 17-19% de humedad y deben ser guardados en un lugar seco y ventilado. Se pasan luego a través de una trilladora estándar y luego los trozos son sometidos a un proceso de secado de 4 -6 horas; después del secado, 16-18 % del producto que tiene fibras largas, es utilizado directamente para alimento de rumiantes; el resto se mezcla con otros elementos para alimento de rumiantes, monogástricos y algunas veces aves (Galera, 2000).

#### **4.3.2. PALATABILIDAD**

La legumbre es dulce y por lo tanto es excelente como alimento para ganado (Ffolliot y Thames, 1983).

El ganado consume con avidez las legumbres y se sabe que éstas tienen un elevado contenido de azúcar y proteína (FAO - 1, s/f).

### 4.3.3. DIGESTIBILIDAD

Cuadro 3.- ALIMENTOS QUE PUEDEN SER SUSTITUIDOS POR *Prosopis juliflora* EN BASE A SU CALIDAD NUTRICIONAL.

	Materia Seca (MS)	Proteína Cruda (PC)	Fibra Cruda (FC)	Cenizas (Cen.)	Extracto Etéreo (EE)	Extracto Libre de Nitrogeno (ELN)
Legumbres Sudáfrica	93.7	13.9	27.7	4.8	3.0	50.6
Pulpa de fruta		7.7	12.0	2.3	0.6	77.4
Semillas, Brasil	88.4	35.8	6.1	3.7	4.5	38.3
Semillas, Sudán		65.2	2.8	5.2	7.8	19.0

Fuente: Groenewald-Joubert s/f (citado por FAO – 1, s/f).

Riveros citado por Casado en el 2001 señala que el fruto cují blanco (*Prosopis juliflora*) posee 11% de proteína.

En ensayos realizados en Perú por Coronado y Olsece s/f, mencionado por Azevedo (citado por Silva, 1984), demostraron que las vainas del *Prosopis juliflora* presenta altos coeficientes de digestibilidad (Materia seca: 82.56%; Proteína cruda: 80.13%; Extracto libre de nitrógeno: 83.19%).

En un ensayo realizado con borregas muestra un 15% más alto el coeficiente de la digestibilidad de la proteína para las vainas del mezquite que para la alfalfa henificada (Dukes, 1983).

En un experimento realizado por Hernández en Maracaibo Venezuela (sin fecha) se realizaron análisis químicos de las partes consumidas obtenidas simulando el ramoneo, donde parte del manejo en la zona es el de pastoreo y se realiza la técnica de pastoreo simulado (Hand Plucking). Las muestras obtenidas se procedió a secar en estufa a 70<sup>0</sup>C por 24 horas y después de molerlas se sometieron a un análisis proximal para determinar los porcentajes de nutrientes que se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4.- PARTES CONSUMIDAS Y SU VALOR NUTRITIVO DEL *Prosopis juliflora*.

Parte consumida	Proteína Cruda (P.C.)	Cenizas (CEN.)	Materia Orgánica (M. O.)	Extracto Etéreo (E. E.)	Fibra Cruda (F. C.)	Pared Celular (P. CEL.)
BROTOS	20.37	8.03	1.97	4.28	21.89	34.65
FRUTO	9.88	5.45	4.55	2.89	19.19	41.83
CORTEZA	13.51	8.21	91.79	2.06	29.87	69.46

(Hernández, s/f).

Como forraje, las vainas poseen cerca de 8 a 10% de proteína bruta y digestibilidad sobre 74%. Para las hojas, de baja palatabilidad, la cantidad de proteína es de 18%, digestibilidad 59% y tanino 1.9% (Galera, 2000).

También se ha demostrado la producción estabilizada de follaje durante la sequía, porque esta planta puede modificar la presión osmótica interna y aprovechar al máximo el agua presente en el suelo, aún cuando existan en el suelo contenido de sales o problemas calcáreos; López Villagra (comunicación personal). También son aprovechadas las pasturas asociadas a las plantaciones de *Prosopis juliflora* y de igual manera como ocurre con otras especies de *Prosopis* debido a que también se incrementa la cantidad de proteína y la digestibilidad (Galera, 2000).

Cuadro. 5.- ALGARROBA- VALORES NUTRICIONALES EN BASE SECA:

		VAINA	SEMILLA	PERICARDIO
MS	%	88.00		
NDT	%	70.00		
ENL	Mcal/Kg	1.60		
ENm	Mcal/Kg	1.60		
ENg	Mcal/Kg	1.00		
PC	%	10.00	28.00	6.00
CnoF	%	50.00		
FDA	%	25.00		
FDN	%	35.00		
Grasa	%	2.50	4.00	2.00
Calcio	%	0.30	0.40	0.20
Fósforo	%	0.20		
Potasio	%	1.00		
Vit. E	UI/Kg	15.00		

(Andresen, s/f).

#### 4.3.4. APROVECHAMIENTO POR LOS ANIMALES

En un ensayo por Fernández (citado por Clavero, 1998-a) se suplementó con harina de vaina de cují (*Prosopis juliflora*) en relación de 0, 0.5 y 1 kg de Materia Seca (MS) de harina de Cují/100 kg de Peso Vivo (p.v.), respectivamente resultando ganancias de peso de 0.46, 0.60 y 0.81 kg/animal/día. La inclusión de nitrógeno fermentable en la harina de cují incrementa la respuesta animal al mejorar la relación proteína:energía de los nutrientes disponibles en el medio ruminal.

Cuadro 6.- SUPLEMENTACIÓN DE BOVINOS EN CRECIMIENTO CON HARINA DE VAINA DE CUJÍ.

Indicadores	Pastoreo en gramíneas	Pastoreo+0.5 Kg de M.S.cují/100 Kg de P.V.	Pastoreo+1 Kg de M.S.cují/100 kg de P.V.
Peso vivo (Kg)			
Inicial	16.9	16.4	16.4
final	19.8	20.1	21.4
Tasa de crecimiento kg/animal/día	0.46	0.60	0.81

Fuente: Fernández (citado por Clavero, 1998-a).

## 4.4. TOXICIDAD

### 4.4.1. La Coquera

Enfermedad que se presenta en bovinos y caprinos asociada a un elevado consumo de algarroba (vaina del algarrobo *Prosopis juliflora*, *Prosopis chilensis* y otras especies) y que ha sido observada en varios países del continente americano (Andresen, s/f).

En 1957 Dollahite y colaboradores publicaron en Estados Unidos el primer trabajo sobre la enfermedad conocida allá como "Jaw and Tongue Trouble" y también "Mesquite Bean Malnutrition". En 1964 Dollahite logró la recuperación completa de bovinos en un estadio temprano de la enfermedad, mediante transplante de contenido ruminal y el suministro de una ración balanceada sin algarroba. El autor planteaba como causa una alimentación desbalanceada, que constituiría una de las formas del "Síndrome de Malnutrición Crónica" (Andresen, s/f).

En 1964 T. Ferry reportó la recuperación del 70% de 68 vacunos con coquera, tratados con inyecciones de vitamina E y Selenio, proponiendo que la "coquera" era una forma especial de miodistrofia causada por una deficiencia combinada de vitamina E y Selenio (Andresen, s/f).

En 1967 Fernández Baca y colaboradores de la Universidad de San Marcos, publicaron los resultados de un trabajo experimental llevado a cabo en cabras. **Ellos reprodujeron los signos clínicos de "coquera" después de 9 meses durante** el cual en 7 meses fue proporcionado algarroba en un 80% de la dieta y 2 meses más se abasteció en un 100% de la ración con *Prosopis juliflora*. Los signos observados fueron: temblor constante de la mandíbula, dificultad para masticar, masticación constante, inclinación de la cabeza hacia un lado, salivación profusa, formación de bolo de alimento en la boca, debilidad.

También lograron la recuperación casi completa de animales afectados, sustituyendo la ración a base de algarroba con otra a base de concentrado y chala. Concluyen que la "coquera" sería la consecuencia de una alimentación desbalanceada durante un periodo largo (Andresen, s/f).

En 1977 Gómez reportó que en algunas partes de México, el algarrobo *P. juliflora* puede afectar hasta un 2% de rebaños de cabras, con una tasa de mortalidad cercana al 100% (Andresen, s/f).

La ingestión de hojas tiernas, vainas o semillas pueden causar toxicidad en bovinos y cabras si abarcan una porción sustancial en sus dietas. Las cabras jóvenes, son más susceptibles a desarrollar toxicidad de mezquite. Los borregos son más resistentes a los efectos de toxicidad de la planta. Los signos clínicos consisten en pérdida de peso, temblor mandibular, y disfagia. Para diagnosticar la toxicidad del mezquite gran parte es hecho a base de la historia clínica y los signos clínicos con exclusión de diferencias apropiadas. Los resultados de laboratorio no específicos son para revelar anemia e hipoglicemia. Los resultados sugestivos *postmortem* de la toxicidad del mezquite son limitados a una fina vacuolización en neuronas de los núcleos del nervio trigémino. El tratamiento consiste en una dieta alternativa y cuidados de sostén. La enfermedad es tratable en bovinos y borregos pero son porcentajes altos de fatalidad en cabras (Washburn, et. al., 2002).

Kingsbury en 1964 (citado por Duke, 1983) menciona que en los casos de autopsia mostraron vainas y semillas en el rumen después de 9 meses de que los bovinos los ingiriera.

La toxicidad del mezquite podría inducir un perjuicio permanente de la habilidad en la digestión de la celulosa. Las vainas del *Prosopis* son el origen alimenticio para bovinos, el 1% de ellos se enferma, y algunos mueren debido a bolas de

vainas compactadas en el rumen. La muerte es atribuido al alto contenido de azúcar, reprimiendo la actividad bacteria-celulosa del rumen (Duke, 1983).

Tabosa y Colaboradores en el 2000, obtuvieron resultados en la investigación sobre el consumo de las vainas del *Prosopis juliflora* debido a la ingestión prolongada de algarroba (210 días) en cabras con raciones que contenían del 60% al 90% de vainas (*Prosopis juliflora*) sobre base seca, causó una fina vacuolización en neuronas de los núcleos del nervio trigémino en el tronco encefálico, y ocasionalmente también en neuronas del núcleo del nervio oculomotor. También se observaron ocasionales lesiones degenerativas del nervio trigémino y de su rama motora (nervio mandibular). Se vio atrofia por denervación de los músculos maseteros, temporal, pterigoideos (inervados por el nervio mandibular); y también de los tres principales músculos de la lengua, inervados por el nervio hipogloso.

#### **4.4.2. Vaca Despechada**

Parecería que el primer signo que se observa en vacunos que van a desarrollar “coquera”, es una separación del cinturón escapular de la caja torácica. Esta condición se debe, en algunos casos aislados, a un defecto de conformación (“hombros alados”). El debilitamiento del cinturón escapular se relaciona con problemas de los músculos serrato ventral y pectoral (Andresen, s/f).

Parece que estos problemas están relacionados con miodistrofias causadas por deficiencia mixta de vitamina E y Selenio. De ser así, podríamos especular que en cierto modo la deficiencia de vitamina E y Selenio estaría relacionada con la “coquera” (Andresen, s/f).



Figura 13.- Separación del miembro torácico derecho y debilitamiento de los músculos pectorales.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. MATERIALES

Para lograr los objetivos planteados en este trabajo se utilizaron los siguientes materiales:

- ζ Bovino fistulado ruminalmente.
- ζ Cánula ruminal neumática.
- ζ Bolsas de nylon.
- ζ Aros de metal.
- ζ Ligas.
- ζ Ancla con contrapeso.
- ζ Molino Willey.
- ζ Tres tamaños diferentes del mezquite
  - ↻ Mezquite molido.
  - ↻ Mezquite picado a 1 cm.
  - ↻ Mezquite picado a 2.5 cm.
- ζ Crisoles.
- ζ Mufla.
- ζ Balanza analítica.
- ζ Estufa de aire caliente.
- ζ Alfalfa henificada como dieta del bovino.

Para realizar la colocación de muestras se utilizó la técnica de digestibilidad *in vivo* con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 18, 24, 36 y 48 horas postprandial, de acuerdo al método de Orskov y McDonald (1979).

## 5.2. MUESTRA EXPERIMENTAL

Se colocó dentro de la bolsa de nylon de 15 a 20 gramos de mezquite (*Prosopis juliflora*) en las presentaciones: molida (harina), 1 cm y 2.5 cms; se introdujeron 3 repeticiones por hora, posterior a ello se introdujeron 24 muestras por cada tamaño, en el rumen.

## 5.3. MÉTODOS

El experimento se realizó en un novillo macho castrado angus x hereford con fístula ruminal permanente con un peso vivo aproximado de 300 kilogramos. El cual fue alojado en una corraleta tubular de 5 x 8 metros, y contaba con una trampa. Con piso de tierra, tenía sombra en el área del comedero.

Antes y durante el desarrollo de la investigación la dieta consistió en alfalfa henificada *ad libitum*, con un 17% de proteína cruda (PC), con horario de alimentación por la mañana a las 9:00 horas y por la tarde a las 17:00 horas en una proporción de 3 kg en base seca.

El acceso al consumo de agua era constante, pues en la corraleta contaba con bebedero y agua limpia.

Por medio de la técnica de incineración se determinó la materia orgánica, lo cual está basado en meter las muestras en una mufla a 500<sup>0</sup> – 550<sup>0</sup> C por tres horas (A. O. A. C., 1998).

Para la obtención de la materia seca se realizó la técnica de la desecación con aire caliente en una estufa donde se introdujeron las muestras a una temperatura de 80<sup>0</sup>C por 24 horas (A. O. A. C., 1998).

La digestibilidad se hizo conforme a la técnica de las bolsas de nylon descrita por Orskov, en los tiempos antes señalados (Orskov y McDonald, 1979).

#### 5.4. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Departamento de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, con domicilio en Periférico y Carretera Santa Fé en el municipio de Torreón, Coahuila, México.

### VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 7 se observan los resultados que se obtuvieron del presente estudio, de la digestibilidad de la materia seca mostrando los valores que presentaron en sus tres diversas presentaciones del mezquite, como el mezquite molido (harina), mezquite de 1 cm y el mezquite de 2.5 cm. Hay que recalcar, que el mezquite de 1 y 2.5 cm mostraron bajos resultados en la digestibilidad, en comparación al molido (harina).

Cuadro 7.- PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA EN DIFERENTES TAMAÑOS DEL MEZQUITE (*Prosopis juliflora*).

Hora Muestreo	Mezquite Molido %	Mezquite 1 cm. %	Mezquite 2.5 cm. %
0	30.69	8.97	7.79
4	46.23	28.68	24.05
8	52.58	40.76	34.21
12	53.42	45.25	37.09
18	56.16	49.38	45.83
24	59.65	52.85	47.84
36	60.70	56.12	51.17
48	60.83	57.67	56.34

En el cuadro 8 están los resultados del estudio en la digestibilidad de la materia orgánica en los tres tamaños diferentes del mezquite antes mencionados.

En la materia orgánica el porcentaje de digestibilidad en el mezquite es poca la diferencia entre uno y otro tamaño. Donde los tres tamaños oscilan entre el 95.76% y 96.87%.

Cuadro 8.- PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA EN DIFERENTES TAMAÑOS DEL MEZQUITE (*Prosopis juliflora*).

Hora Muestreo	Mezquite Molido %	Mezquite 1 cm. %	Mezquite 2.5 cm. %
0	96.13	95.76	95.82
4	96.57	96.28	96.04
8	96.57	97.03	96.68
12	96.64	97.51	96.74
18	96.29	96.44	96.53
24	96.35	96.44	96.42
36	96.11	96.35	96.87
48	96.30	96.40	96.48

### 6.1. Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en presentación molida (harina).

En la siguiente figura podemos observar los valores obtenidos para la digestibilidad de la materia seca del mezquite molido sometida al experimento, observando la alta digestibilidad desde las primeras horas, destacando la facilidad que tienen los microorganismos del rumen para digerir la pulpa del mezquite debido al tamaño de la muestra.

En la figura 14 se observa que a las 0 horas se obtuvo un porcentaje del 30.69% y que a las 4 horas de incubación tenemos una digestibilidad del 46.23%, las siguientes horas aún con el ataque bacteriano con porcentajes no significativos debido a que son menores las diferencias de una hora a otra pero si en aumento.

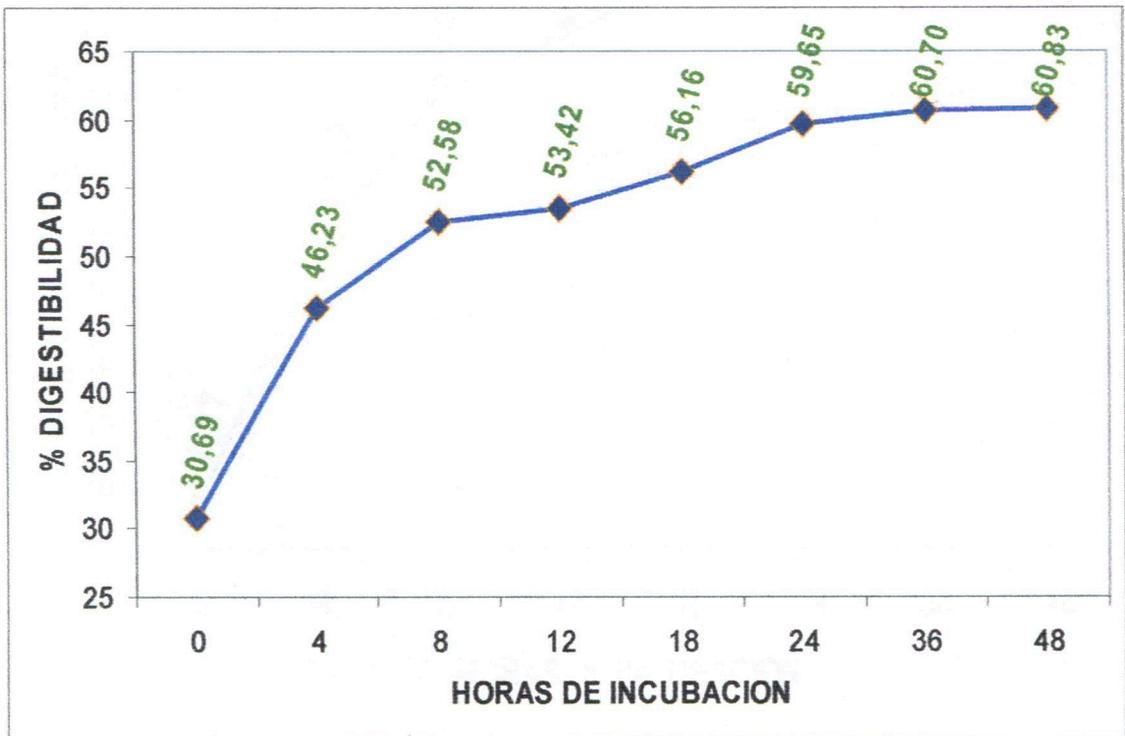


Figura 14.- Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite molido (harina).

### 6.2. Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en tamaño de 1 cm

En la presente figura se observa que las bacterias tuvieron un poco de dificultad, para atravesar la cáscara de la muestra y poder desdoblar los componentes de la pulpa debido al tamaño del mezquite.

En la figura 15 se nota en la hora 0 hubo una digestibilidad del 8.97% y a las 4 horas el porcentaje fue del 28.68%, elevándose a las 8 horas en un 40.76%, posteriormente el porcentaje de digestibilidad se incrementa en forma gradual pero no muy significativamente como entre las 4 y 8 horas de incubación.

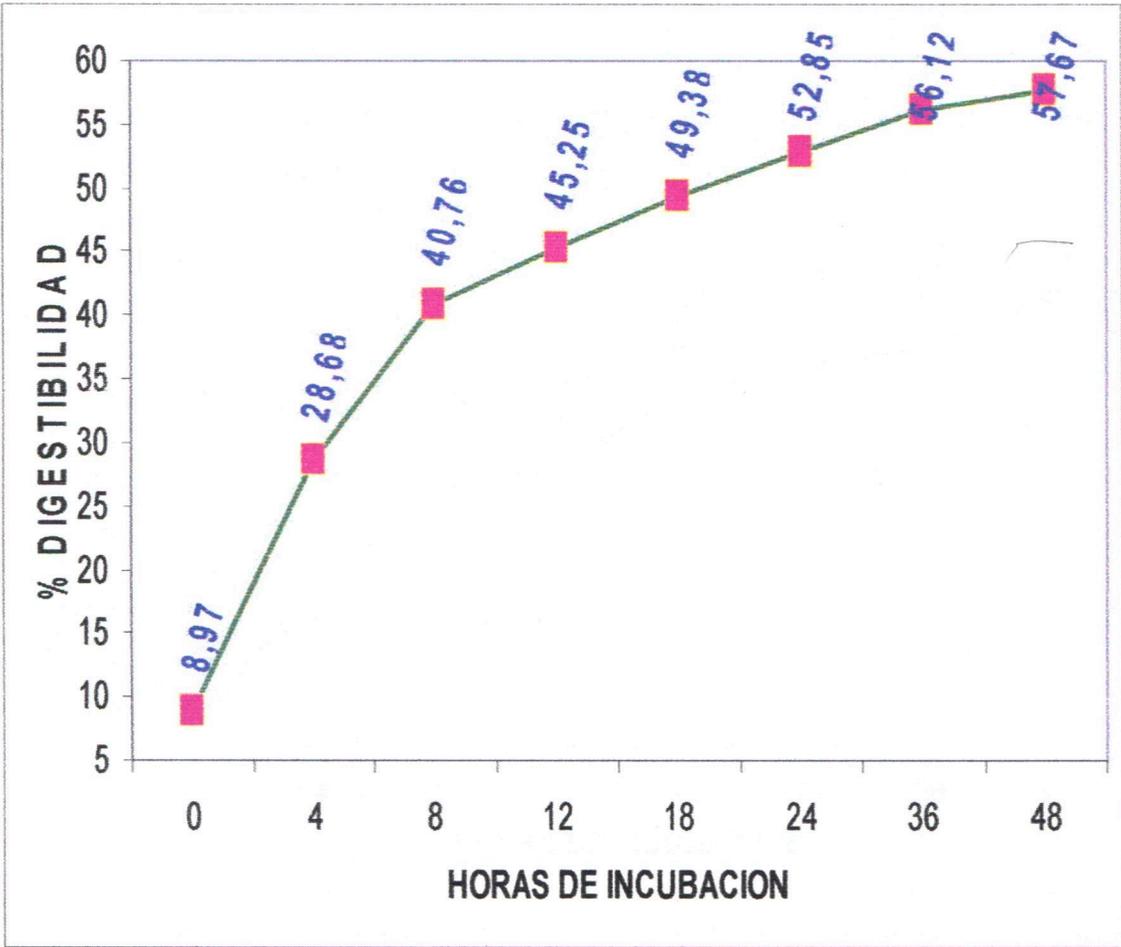


Figura 15.- Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en tamaño de 1 cm.

### 3. Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en tamaño de 2.5 cm.

esta medida de la muestra del mezquite, es baja su digestibilidad y que al permanecer demasiado tiempo expuesto al ataque bacteriano dentro de las 8 horas hay bajo aprovechamiento en comparación a las otras dos medidas, mostrando continuo movimiento donde tal vez sea provocado por las bacterias sobre si mismas.

En la figura 16 se ve que con este tamaño su digestibilidad inicia con un 7.79% a las 0 horas, haciendo una elevada absorción a las 4 horas con un porcentaje del 24.05%, y en las siguientes 12 horas es notorio su aprovechamiento de 37.09%, seguido de las 18 horas con una digestibilidad en aumento del 45.83% posterior a esta hora la digestibilidad aumenta en mayor porcentaje, de una forma gradual, con poca diferencia en comparación con las primeras 18 horas incubadas las muestras.

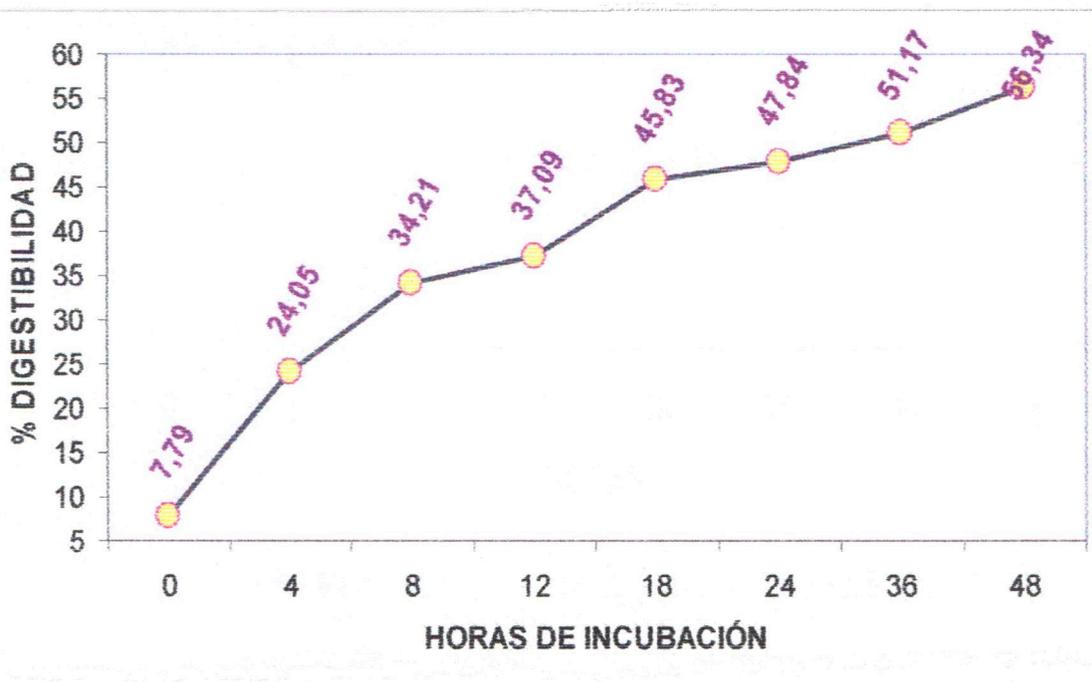


Figura 16.- Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en presentación de 2.5 cm.

#### 6.4. Comparación de la Materia Seca del mezquite en sus tres diferentes tamaños ofrecidos.

Los 3 resultados obtenidos de los 3 diferentes tamaños, se realiza la comparación en la figura 17 y muestran que hay una mayor absorción del mezquite molido (harina) tal vez debido a que las bacterias tuvieron el fácil acceso a la pulpa y así pudieron digerirla más rápidamente.

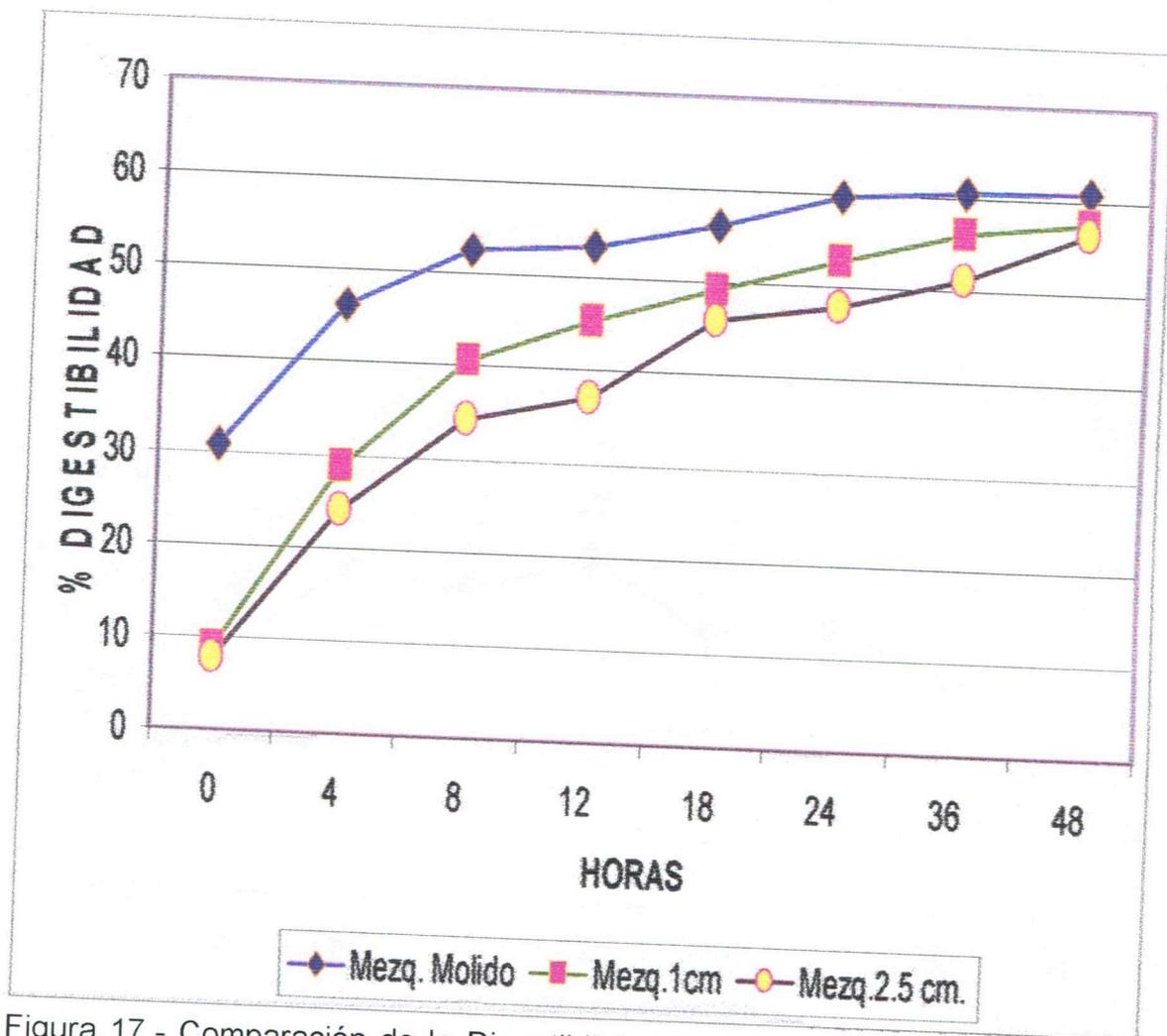


Figura 17.- Comparación de la Digestibilidad de la Materia Seca del mezquite en sus tres presentaciones.

## 6.6. Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite a 1 cm de tamaño

En la figura 19 del tamaño de 1 cm, el comportamiento es variable sobretodo en las primeras 12 horas, en comparación de los resultados del mezquite molido (harina) esta tiene una clara respuesta mostrando la digestibilidad que existe, teniendo un alto porcentaje a las 12 horas con un 97.51%, dando una notoria y significativa disminución a las 18 horas con un 96.44%, que después las siguientes horas va disminuyendo lentamente la digestibilidad de la materia orgánica del mezquite.

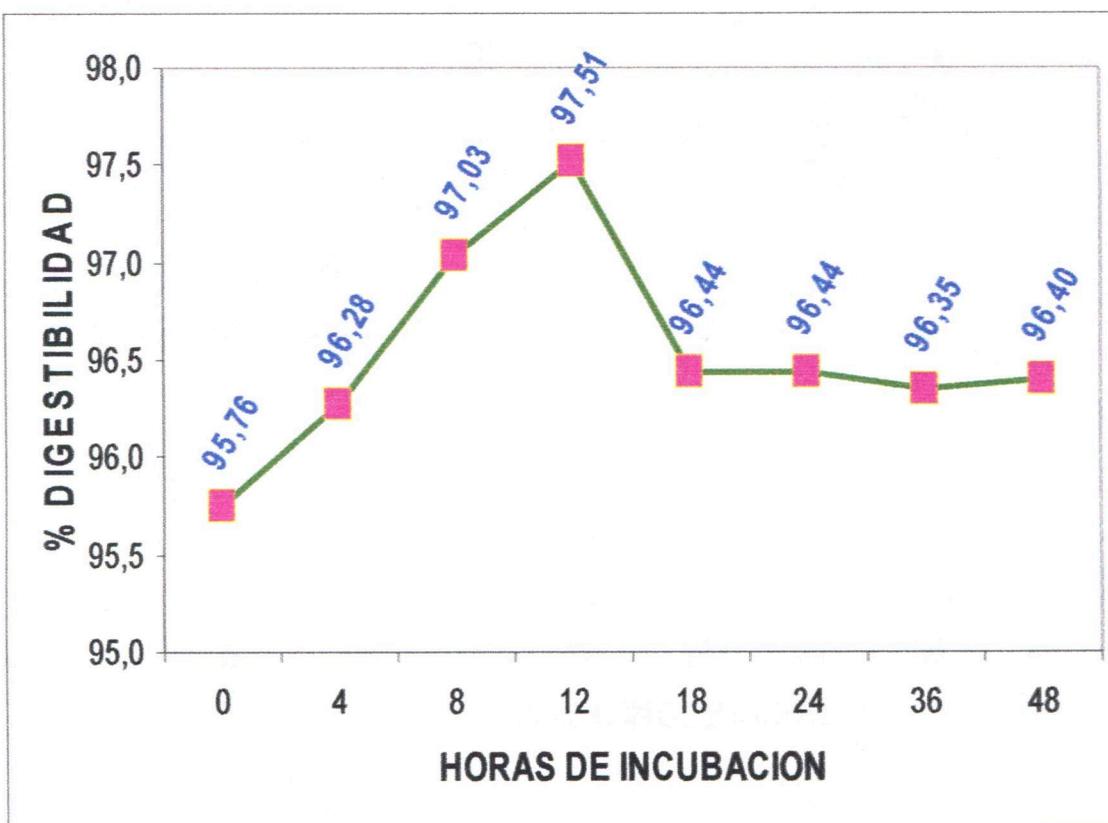


Figura 19.- Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite con un tamaño de 1 cm.

### 6.7. Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite proporcionado a un tamaño de 2.5 cm

En esta figura 20 se observa que los punto más altos son a las 8 horas con un porcentaje de 96.68% y las 12 horas con resultados de 96.74%, indicando que es poca la diferencia en aumento, su digestibilidad es similar a la de 1 centímetro; posterior a ello la única actividad que se muestra son las bacterias sobre si mismas, de una forma irregular a las otras muestras.

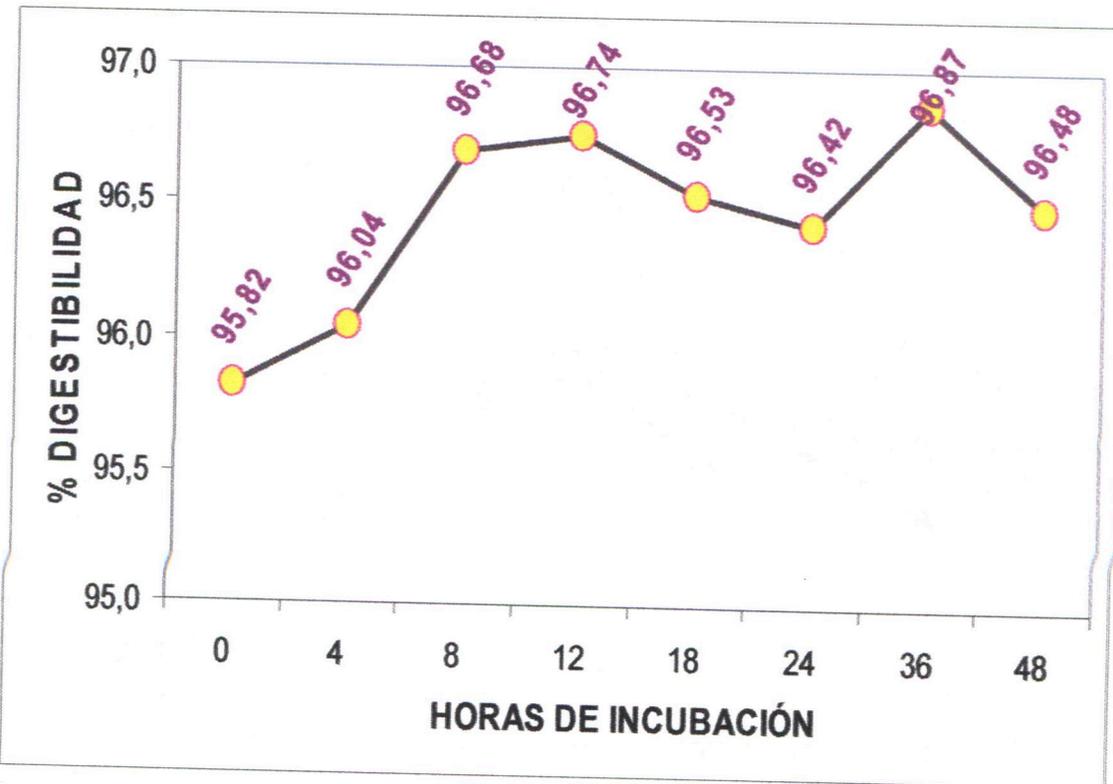


Figura 20.- Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite picado a 2.5 cm de tamaño.

### 6.8. Comparación de la Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite en sus tres variedades de tamaño

En la comparación de los resultados obtenidos de la figura 21, se observa que la única digestibilidad más notoria es la de 1 cm de tamaño del mezquite dentro de las primeras 12 horas de incubación, pues las otras dos se muestran de igual manera en cuanto a su digestibilidad de la materia orgánica.

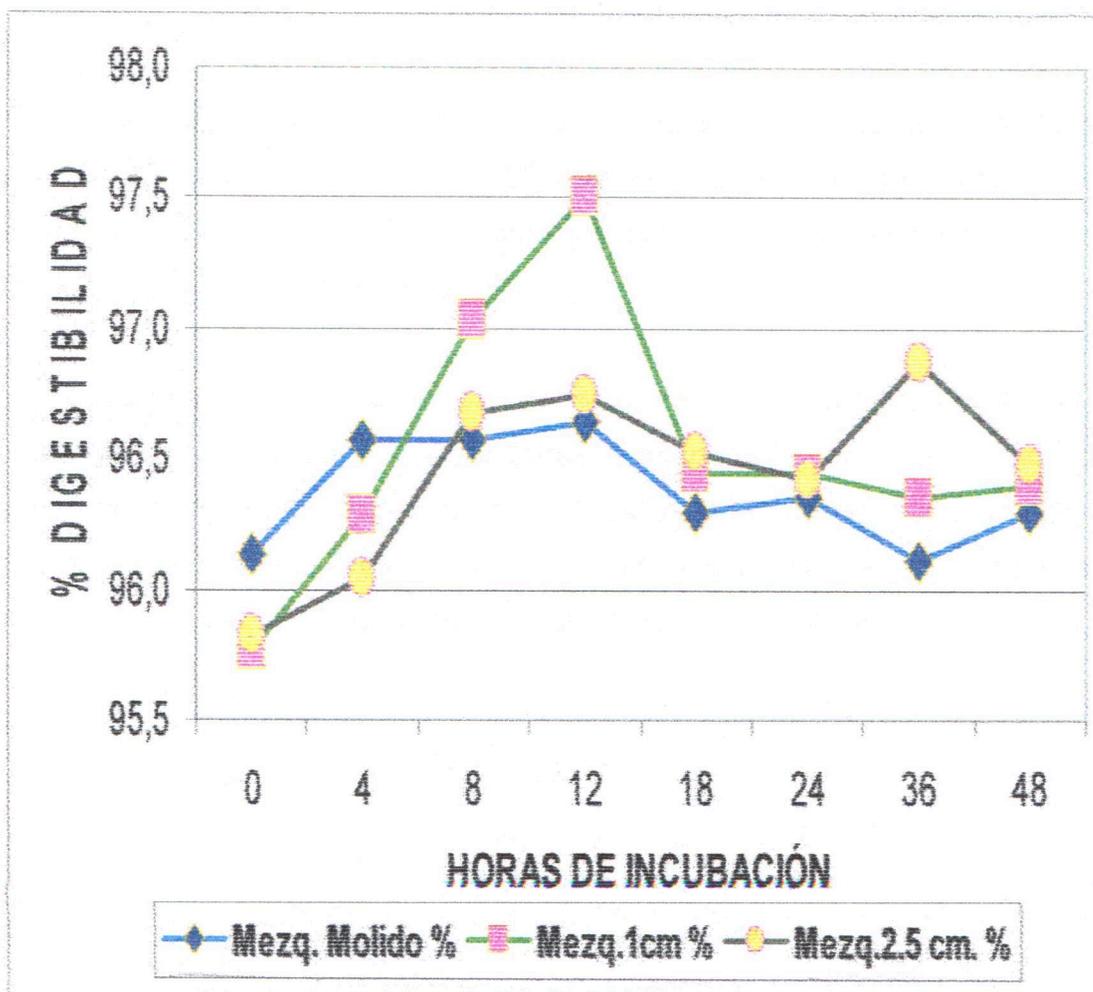


Figura 21.- Comparación en la Digestibilidad de la Materia Orgánica del mezquite en sus tres tamaños presentados.

## VII. Conclusiones

En conclusión la vaina del mezquite presenta una mayor digestibilidad de materia seca y materia orgánica en la presentación molida en comparación de los otros 2 tamaños, mostrando actividad inmediata por parte de las bacterias en las primeras 4 horas con un máximo de actividad a las 12 horas de incubadas las muestras.

La vaina puede ser proporcionada en verano e invierno, y cuando haya escasez de forraje, haciendo con ello un excelente complemento de forraje en épocas críticas, con la recomendación y ventaja que la vaina puede ser almacenada hasta por 2 años para el consumo y proporciona un bajo costo en la dieta del animal. Tomando en consideración proporcionar la cantidad adecuada sin sobrepasarla, para evitar la toxicidad que puede ser una inversión económica innecesaria para su tratamiento.

Por lo tanto se recomienda el uso de éste forraje en las zonas donde exista, pues queda demostradas sus bondades nutricionales y además su bajo costo de producción. La riqueza de azúcares lo hace atractivo para los animales y su inclusión en las dietas, ya sea directo o en sustitución de otros ingredientes bajará considerablemente el gasto en alimentación del ganado.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Andresen, H. s/f. El Algarrobo y la Coquera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.  
[www.visionveterinaria.com/espbovinos.htm](http://www.visionveterinaria.com/espbovinos.htm)
- Anónimo 1. s/f. *Prosopis leavigata*. Especies Arbóreas y Arbustivas para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina.
- A. O. A. C. 1998. Oficial Methods for Análisis of the Association of Oficial Análisis Chemists. 13<sup>th</sup> Whashington, D.C., U.S.A.
- Araujo- Febres, O., Clavero, T., Marquez, N., Rincón, E., Esparza, D., Lachmann, M. 1997. Evaluación de la sustitución del concentrado por harina de vaina de cují (*Prosopis juliflora*) en alimentación de ovinos. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.  
<http://www.alpa.org.ve/ojs/include/getdoc.php?id=179&article=142&mode=pdf>
- Casado, C., Benezra, M., Colmenares, O., Martínez, N. 2001. Evaluación del bosque deciduo como recurso alimenticio para bovinos en los llanos centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. Vol. 19. No. 2. pp. 139-150. <http://bioline.utsc.utoronto.ca/archive/00000759/01/zt01013.pdf>
- Clavero, T. 1998-a. Agroforestería: Una alternativa en la agricultura sustentable para la ganadería de doble propósito. La Universidad del Zulia. Accesado 01-agosto-06.  
<http://200.109.120.2/mm/ats/clavero.html>
- Clavero, T. 1998-b. El Cují (*Prosopis juliflora*). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- CONABIO. s/f. *Prosopis juliflora* (Sw) DC.  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/46-legum44m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/46-legum44m.pdf)
- Duke, J. A. 1983. *Prosopis juliflora* DC. Purdue University. Center for New Crops & Plants Products.  
[http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Prosopis\\_juliflora.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Prosopis_juliflora.html)

- FAO – 1. s/f. B102 Prosopis juliflora (Sw.) DC.  
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AFRIS/Data/547.HTM>
- Ffolliott, P. F., Thames, J. L. 1983. FAO. Manual sobre taxonomía de Prosopis en México, Perú y Chile. Universidad de Arizona. Tucson, Arizona, E.U.A. <http://bioline.utsc.utoronto.ca/archive/00000759/01/zt01013.pdf>  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/Q2580S/Q2580S07.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Q2580S/Q2580S07.htm)
- Galera, F. M. 2000. FAO. El Género Prosopis “Algarrobos” en América Latina y El Caribe. Distribución, Bioecología, Usos y Manejos. Córdoba, Argentina.  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/AD314S/AD314S06.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD314S/AD314S06.htm)
- Habit, M. A., Saavedra, J. C. 1988. FAO. Prosopis juliflora. The Current State of Knowledge on Prosopis Juliflora. Plant Production and Protection Division, Rome.  
<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AFRIS/Data/547.HTM>
- Hernández A., I. s/f. Ramoneo de las cabras en un bosque seco tropical: Especies consumidas y su valor nutritivo. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.  
<http://www.caprainspana.com/destacados/ramoneo/ramoneo.htm>
- Le Houerou, Henry. s/f. FAO. Prosopis juliflora (Swartz) DC.  
<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/DATA/PF000372.HTM>
- Maldonado, L. J. 1984. FAO. Prosopis in Mexico. Engineer, Director, Northeast Forestry Research Center. INIFAP-SARH, Mexico.  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/AD317E/AD317E00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD317E/AD317E00.HTM)
- Ørskov, E.R. y McDonald, I. 1979. The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rato of Pasaje. Journal of Agricultural Science Cambridge. 92 499-503
- Primo, G. B., Lima, M. A., Coelho, M. J. A., Ferreira, M. P. B., Silva, R. F., Miranda, M. E. T., dos Santos, M. 1984. Part and Total Replacement of Corn-Cotton Bran Mix by Pods of Prosopis juliflora (Sw) DC in Rations for Caged Gotas During the Dry Season. Animal Nutrition and Production. Zootecnics Department, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brazil.  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/AD317E/AD317E13.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD317E/AD317E13.htm)

- Ribaski, J. 1997. FAO. *Prosopis juliflora*. Especies Arbóreas y Arbustivas para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Santiago Chile.  
<http://www.rlc.fao.org/redes/sisag/arboles.htm>
- Silva, S. 1984. *Prosopis juliflora* (Sw) DC in Brazil. Agronomist. Ministry of Agricultura. Brasilia (DF).  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/006/AD317E/AD317E00.HTM](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD317E/AD317E00.HTM)
- SIRE: CONAFOR – CONABIO – SIRE. s/f. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.  
[http://www.conafor.gob.mx/programas\\_nacionales\\_forestales/pronare/Fichas%20Tecnicas/Prosopis%20juliflora.pdf](http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/Fichas%20Tecnicas/Prosopis%20juliflora.pdf)
- SEMARNAT-PROCYMAF. s/f. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Especies Forestales No Maderables y Maderables no Tradicionales de Zonas Áridas y Semiáridas en los Estados de Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.  
[http://www.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/prosopis\\_juliflora.htm](http://www.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/prosopis_juliflora.htm)
- Tabosa, I. M., Souza, J. C., Graca, D. L., Barbosa-Filjo, J. M., Almeida, R. N., Riet-Correa, F. 2000. Vet. Hum. Toxicol. Vol. 42. Página 155-158. Neural vacuolation of the trigeminal nuclei in goats caused by ingestion of *Prosopis juliflora* pods (mezquite beans). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Saude e tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil.  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list\\_uids=10839319&query hl=25&itool=pubmed\\_DocSum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=10839319&query hl=25&itool=pubmed_DocSum)
- Washburn, K. E., Breshears, M. A., Ritche, J. W., Morgan, S. E., Streeter, R. N. 2002. Honey mesquite toxicosis in a goat. J. Am. Vet. Med. Associ. Department of Veterinary Clinical Sciences, Collage of Veterinary Medicine, Oklahoma State University, Stillwater 74078-2007, U.S.A.  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list\\_uids=12092960&query hl=25&itool=pubmed\\_DocSum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=12092960&query hl=25&itool=pubmed_DocSum)