

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



**Digestibilidad *in situ* de la vaina de mezquite (*Prosopis glandulosa*),  
var. glandulosa, de cuatro comunidades en el sur de Coahuila.**

**Por:**

**EDUARDO HERNANDEZ HERNANDEZ**

**TESIS:**

**Presentada como requisito parcial  
Para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico,  
Noviembre de 2003.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

**Digestibilidad *in situ* de la vaina de mezquite (*Prosopis glandulosa*),  
var. glandulosa, de cuatro comunidades en el sur de Coahuila.**

Por:

**EDUARDO HERNANDEZ HERNANDEZ**

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

EL PRESIDENTE DEL JURADO

---

**Ph.D. Jesús M. Fuentes Rodríguez.**

SINODAL

SINODAL

---

M.C. Lorenzo Suárez García.

---

M.C. Manuel Torres Hernández.

COORDINADOR DE LA DIVISION  
DE CIENCIA ANIMAL

---

M.C. Ramón García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico,  
Noviembre de 2003.

## DEDICATORIAS

*A Dios por permitirme vivir y darme fuerza  
para vencer obstáculos  
y cumplir mis anhelos.*

*A mis padres:  
Leonel H. C y Maria M. H.*

*Con cariño y amor:  
Por su eterno sacrificio,  
Que sin preocuparse de su situación  
Me dieron la oportunidad de  
De disfrutar una larga carrera*

*¡por su confianza mil gracias !*

*A mis hermanos:*

*Erasto      Zeferino  
Elena      Josefa  
Gregorio    Humberto  
Ana      Susana  
            y  
Virginia*

*A ellos quienes me brindaron  
su apoyo incondicional en  
todo momento, tanto moral como  
económico haciendo posible, alcanzar  
mis sueños, y a quienes dede parte  
de mi formación.*

*A mis cuñados (as):  
Maria G., felicitas, Maria H.  
            y  
Luis S.*

*Que de una u otra forma  
colaboraron en el proceso  
de mi profesión*

*¡Gracias por su preocupación! .*

*A mis sobrinos (as):*

*Que me cedieron siempre el espacio  
para convivir con ellos,  
recibiéndome con gratas sonrisas  
de aliento y ánimos para  
Seguir adelante.*

*Que marchaste sin decir adiós,  
No por que no quisiste,  
Si no por que tan de repente fue tu partida,  
Y para nada hubo tiempo.  
Tu gran sueño en esta vida no fue posible,  
Pero quizás allá, donde te encuentres,  
Puedas realizarlo.  
Los recuerdos de tu amistad sincera y aprecio,  
No han quedado en el olvido,  
Pues en mi corazón ,  
Siempre vivirán.*

*A MI  
"ALMA MATER"*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas, abrigarme en su seno y brindarme sus servicios durante mi permanencia.

Al Dr. Ph.D. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez, por permitirme realizar este trabajo, su paciencia para las revisiones, amistad y sus múltiples sugerencias, así como su carácter siempre tan amable.

Al Ing. M.C. Lorenzo Suárez García. Por su noble asesoría en el análisis estadístico y las revisiones facilitando la conclusión del trabajo.

Al Ing. M.C. Manuel Torres Hernández, por la gran amistad y respecto que merece, las revisiones y las sugerencias aportadas.

A los maestros del departamento de producción animal, quienes hicieron el esfuerzo de transmitirnos lo mejor de sus conocimientos.

Al departamento de Nutrición Animal y al personal que labora en los laboratorios de Nutrición Animal y Bioquímica por facilitar el proceso del trabajo.

A la licenciada Laura Marisela Lara López, por su gran ayuda brindada, en el laboratorio, sus ánimos y confianza.

A la Q.F.B. Carmen Julia García del Departamento de Ciencias Básicas, por la facilidad prestada, su amistad dada, para llevar a cabo parte de la investigación.

A mi hermano Erasto, con quien mejor he convivido, quien me guió siempre a buscar el buen camino enseñándome a valorar las cosas, también me enseñó que el respeto, la responsabilidad y el trabajo honesto son bases para obtener buenos resultados de cualquier actividad y en las condiciones que sean.

A mis demás hermanos (as), que por cuestiones de distancia y otras causas, no ha sido posible convivir largos ratos, pero sin duda son un orgullo para mí. Ya que nunca me han abandonado.

A la profesora Elia M. y su esposo el profesor Pablo, por sus alentadoras palabras impulsándome a no renunciar mis deseos, su apoyo ofrecido incondicionalmente, sin excluir a su familia tan amable e íntegro.

A Leodegario, Álvaro G., Genaro M., Pánfilo A., Senioriana (Tigre) por sus ánimos, y sus charlas de confianza dada en sus ratos libres. Sin duda alguna amigos muy admirables.

A mis inolvidables amigos: Doroteo L., Orlando H., Rogelio,(1 y 2); Elizabeth B., Eugenio M. Cresencio M. Por sus inmensos impulsos de animo y convivencia.

A mis compañeros y amigos de la generación XCIV: J. Luis, Marlen, J. Carlos, L. Ángel, Andrés, Calixto, Anadelia, Eva, Victorina, Joel, Martín, Efraín I. Efrain C. Fabián, Elvia, Maria, Eric. Entre otros, con quienes conviví en el transcurso de la carrera y compartí momentos de alegría y ratos difíciles.

## CONTENIDO

Dedicatorias.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Clasificación Taxonómica.....	3
2.2 Historia y distribución.....	3
2.3 Características botánicas generales.....	5
2.4 Fenología.....	6
2.5 Aspectos fisiológicos.....	7
2.6 Tolerancias de adaptación.....	7
2.7 Importancia.....	7
2.8 Uso forrajero.....	8
2.9 Otros usos.....	10
2.10 Toxicidad.....	10
2.11. Digestibilidad y Composición proximal de la vaina de mezquite.....	11

2.12. Digestibilidad.....	14
2.12.1 Concepto.....	14
2.12.2 Factores que afectan a la digestibilidad.....	15
2.12.3 Digestibilidad aparente y digestibilidad real.....	19
2.12.4 Técnicas de digestibilidad. ....	20
2.13.1 Análisis proximal. ....	20
2.13.2 Materia seca.....	21
2.13.3 Proteína cruda. ....	22
2.13.4 Fibra cruda.....	22
2.13.5 Extracto Etéreo. ....	23
2.13.6 Extracto Libre de Nitrógeno.. ....	23
2.13.7 Cenizas.....	24
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 Localización del área de estudio.....	25
3.2 Digestibilidad in situ por el método de la bolsa de Nylon.....	26
3.3 Materiales utilizados.....	26
3.4 Procedimiento.....	27
3.5 Análisis estadístico.....	28
<b>IV.- RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
4.1 Digestibilidad in situ de la materia seca.....	30
4.2 Resultados del análisis proximal.....	35
<b>V.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VII.- LITERATURA CITADA.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Análisis químico proximal de frutos de diferentes especies de mezquite.....	13
Cuadro 2.2 Análisis químico de la vaina de mezquit spp.....	13
Cuadro 2.3 Análisis químico proximal de la vaina de mezquite spp.....	13
Cuadro 2.4 Análisis químico proximal de mezquite en diferentes estaciones- del año.....	14
Cuadro 4.1 Digestibilidad de la MS (%) de la vaina de mezquite - (P. Glandulosa), var. glandulosa en cuatro comunidades.....	30
Cuadro 4.2 Comparación de medias de tratamiento de la variable - digestibilidad de las cuatro comunidades.....	31
Cuadro 4.3 Comparación de medias de la variables digestibilidad para el factor tiempo de incubación.....	32
Cuadro 4.4 Comparación de medias de la variable digestibilidad para - interacción por tiempo de incubación.....	33
Cuadro 4.5 Comparación de medias del análisis proximal de la vaina- de mezquite (Prosopis glandulosa), var. glandulosa en cuatro - comunidades en Saltillo, Coahuila.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Correlación de la digestibilidad y el tiempo del - tratamiento 1.....	34
Figura 2 Correlación de la digestibilidad y el tiempo del - Tratamiento 2.....	34
Figura 3 Correlación de la digestibilidad y el tiempo del – tratamiento 3.....	35
Figura 4 Correlación de la digestibilidad y el tiempo del- tratamiento 4.....	35

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la digestibilidad in situ de la vaina de mezquite (*P. glandulosa*) variedad glandulosa de cuatro comunidades, por diferentes periodos de tiempo (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72), utilizando un toro fistulado de la raza Holstein por el método de la bolsa de Nylon, y para el análisis de los resultados se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de (4x7) con 3 repeticiones.

Los resultados de digestibilidad de la materia seca (DMS) para la localidad Colorada tuvieron valores en el tiempo cero horas de 43.05%, 3hrs. 51.74, 6hrs. 52.47%, 12hrs. 62.92%, 24hrs.66.47%, 48hrs.69.13%, 72hrs.68.35%. La digestibilidad de la materia seca de la localidad Angostura a las cero horas fue de 43.36%, 3hrs.52.17%, 6hrs.58.51%, 12hrs. 64.37%, 24hrs.69.77%, 48hrs.71.31%, 72hrs.70.14%; en Buenavista la DMS presentó resultados en el tiempo cero horas de 26.96%, 3hrs.48.89%, 6 hrs.57.93%,12hrs.59.22%, 24hrs.74.85%, 48hrs.75.31%, 72hrs.75.90%, y para la Esperanza la DMS en el tiempo cero fue 21.02%, 3hrs.41.42%, 6hrs.44.54%, 12hrs.55.26%, 24hrs.67.15%, 48hrs.68.34 y 72hrs.74.34%.

El análisis proximal se determinó de acuerdo con la A.O.A.C. y se analizó con el mismo diseño con 2 repeticiones. Para la materia seca en la Colorada presentó un 93,39%, Angostura 91.75%, Buenavista 90.94% y la Esperanza un 93.37%. En la variable proteína, para la Colorada 12.41%, Angostura 13.12%, Buenavista 14.31% y la Esperanza con 14.42%.Con respecto a la variable fibra, la Colorada 20.72%, Angostura 21.81%, Buenavista 17.96%, la Esperanza 20.31%. En el extracto etéreo, la Colorada 4.45%, Angostura 3.7%, Buenavista 4.5%, la Esperanza 3.5%. para el

extracto libre de nitrógeno, la Colorada 47.41%, Angostura 45.56%, Buenavista 48.38%, la Esperanza 44.75%; y para la variable cenizas, Colorada 3.86%, Angostura 3.43%, Buenavista 4.21%, la Esperanza con 4.0%. Por la digestibilidad y composición química que presenta la vaina de mezquite en comparación con las gramíneas, y la capacidad de tolerancia en condiciones climáticas adversas se considera importante incluirla en la dieta animal.

Palabras clave: *Prosopis glandulosa*, *digestibilidad in situ*, *análisis proximal*

## I.-INTRODUCCIÓN

Las condiciones edáficas y topográficas que integran las zonas áridas y semiáridas, de gran parte de nuestro país, dificultan el abastecimiento de agua cuyo recurso natural es un factor indispensable para la sobrevivencia de las especies y por tal motivo da la característica de la aridez. Las sierras existentes en estas regiones obstaculizan la entrada de los vientos húmedos provenientes de las zonas costeras dando lugar al aire seco y al calor intenso, dejando sin oportunidad de crecimiento a las especies vegetales que necesitan grandes cantidades de humedad y por tanto la producción de alimento se hace cada vez mas crítico. La mayoría del ganado que habita en estas regiones sufre por problemas de alimentación ya que las condiciones climáticas adversas influyen negativamente en la producción del mismo y para ello es conveniente buscar alternativas de solución y los factores a considerar son plantas que puedan proveer de esta necesidad y que tengan la capacidad de sobrevivir a este tipo de climas para así establecerlos. Se sabe bien que la vegetación de las zonas áridas está formada por diversos tipos de matorrales o arbusto de bajo hasta de alto porte, y la presencia de algunas arbóreas solo se encuentra presente en donde la aridez es menos manifiesta.

Los mezquites (*prosopis spp.*) como arbóreas es una de las especies mas importantes y sobresalientes que caracteriza las zonas áridas. La especie (*Prosopis glandulosa*), en su var. *glandulosa*, aunque puede considerarse como problemática cuando su densidad es muy alta por la competencia con otras especies forrajeras, es una muy buena alternativa en la alimentación animal, principalmente en épocas de sequía, ya que es una

fuente de proteína; por esta razón, se considera como una de las opciones de solución, ya que existen indicios de consumo, tanto de las hojas como de las vainas y tienen grandes cantidades de energía que la mayoría del ganado consume con avidez (bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y equinos). Zetina (1995) añade que para que una planta sea proporcionada como alimento, además de su aceptabilidad que tiene por el ganado, es recomendable conocer su contenido nutricional, esto se realiza mediante un análisis proximal y el factor que determina el aprovechamiento de nutrientes es la digestibilidad.

Para llevar acabo estas pruebas se han establecido técnicas conocidas como: técnica *in vivo*, *in situ* mediante la utilización de animales e *in Vitro*, a nivel de laboratorio (Church et al., 2002).

### **objetivos**

Por lo anterior los objetivos del presente trabajo son:

- ◇ Determinar el grado de digestibilidad que tiene la vaina de mezquite de cuatro comunidades a diferentes tiempos de incubación.
- ◇ Determinar la composición química que presenta la vaina de mezquite de cada comunidad.

### **Hipótesis**

La digestibilidad *in situ* de la vaina de mezquite de las cuatro comunidades es similar.

## **II.-REVISIÓN DE LITERATURA**

**El genero prosopis incluye 44 especies distribuidas en el norte, centro y sur de América, Asia y África. Nueve de las cuales se encuentran en México, y Argentina cuenta con la mayor diversidad con 27 especies (Rzedowski, 1988).**

La prosopis glandulosa es una de las especies que se encuentra ampliamente distribuida en México. De esta especie se conocen la variedad glandulosa, que se distribuye en Texas y el Noreste de México y la variedad torreyana que se encuentra en el Noroeste en la costa del Pacifico (Maldonado y De la Garza,2000)

**Clasificación taxonómica del mezquite (Frías, 2000).**

**Familia: *Leguminosae***

Subfamilia: *Mimosoideae*

**Genero: *Prosopis***

**Especie: *glandulosa***

Variedad: *Glandulosa*

Nombre común: *Mezquite*.

### **Historia y distribución**

Durante siglos pasados el mezquite ha jugado un papel muy importante en la vida de los humanos asentados en el Sureste de los EUA y Norte de México. Aprovechado para un sin numero de necesidades, tales como la comida, armas, techo y medicina, e inclusive para el puesto de

honor en sus ceremonias religiosas. Durante la época de sequía el mezquite les proveía de alimentos y como cobijo.

El nombre del mezquite proviene de la palabra de origen náhuatl para nombrar el árbol "misquíl". Quizás el primer español que hablara del uso del mezquite por los indios fue el explorador, Álvaro Núñez Cabeza de Vaca, al reseñar la expedición que hiciera Pánfilo de Narváez a la Florida en 1528. Este último, de 1528 a 1536, junto con tres colaboradores más: Alonso del Castillo Maldonado, Andrés Dorantes y el esclavo africano Esteban (Vargas, 2002).

Los registros arqueológicos del uso del mezquite en México datan desde los tiempos de indios cazadores chichimecas y de los recogedores de comida que vagaban por las montañas de San Luis Potosí, cosechando las vainas de los mezquites que comían como fruta fresca o se conservaban en una solución hecha de su propio jugo dulce.

La información antropológica del mezquite es realmente muy amplia sobre los usos de las vainas como alimento humano, así como los experimentos tecnológicos en alimentos han demostrado el potencial de las vainas de la prosopis en la preparación de alimento humano.

El mezquite es un árbol o arbusto que se encuentra distribuido en México y en EUA. La prosopis es bastante destacada en México, Argentina, Brasil, en la región Sahel en el Sahara en África, Haití, Pakistán y en algunas regiones de la India, en muchos de estos lugares es muy útil como leña y alimento animal (Vargas, 2002).

La *Prosopis glandulosa* en su variedad torreyana, se encuentra en Coahuila, Chihuahua, Baja California y parte de Sonora. La prosopis

glandulosa, se encuentra generalmente en suelos arenosos en el sur de nuevo México y el oeste de Texas o en las regiones áridas de Mohave y Sonora. La abundancia del mezquite se ha incrementado en algunas áreas por el ganado dispersando grandes cantidades de semillas. Esto ha sido un factor clave para la distribución (Vargas, 2002).

### **Características Botánicas Generales**

El mesquite es un arbusto de hojas caducas, espinoso o un árbol pequeño que exhibe un alto grado de variación en su forma de crecimiento. Las tres formas más comunes en que se presenta son: 1) un árbol solo que alcanza hasta los 6 y 12 m de altura, con ramas torcidas, que se inclinan, 2) un arbusto erguido, o un árbol pequeño, a menudo de 3-4,6 m de altura, y 3) un arbusto recostado o corriente encontrados en los suelos arenosos profundos (Meyer et al., 1971 y Morton et al., 1975). Las ramas jóvenes de color verde pardoso con espinas en pares (Alanis, 2000.). Los árboles más grandes se encuentran por lo regular en donde los terrenos son más húmedos donde el sistema radicular tiene mayor acceso para abastecerse de agua todo el año (Martín y Clark, 1986). Todos los mesquites tienen una tendencia fuerte para la dominación apical y una corona bien desarrollada (Mooney et al., 1977) Si cuando está en crecimiento es dañado o quitado, por ejemplo cuando le cae una helada o le toca la sequía, fuego, es pisoteado, cortando, o se le da un tratamiento con herbicida, los brotes inactivos situados en el nuevo crecimiento de vástago subterráneo, da como resultado mayores brotes de crecimiento (Fisher, 1977).

Las espinas pueden medir de 2.5-5 centímetros de largo y, esto ocurre generalmente en las ramas jóvenes (Haas et al., 1973). Las flores están en un racimo. Las vainas aplanadas, rectas, o curvadas de tipo legumbre pueden medir de 10-20 centímetro de largo (Vines, 1960). Las semillas son ovales, 5 milímetros de ancho de par en par, de 7 milímetros de largo (Meyer *et al.*, 1971). El sistema radicular de los mezquites de miel se adapta bien a los climas secos, y es una planta que tiene la facultad de extraer la humedad de un volumen grande del suelo a través de un sistema de raíz bien desarrollado. Estas características permiten que el mezquite resista los lugares con muy escasa humedad. (Scifres et al., 1971).

### **Fenología**

**Período de floración:** La floración está relacionada con la precipitación, y es mas amplio en tiempo de lluvia, pudiendo florecer casi todo el año, en sitios donde el agua está siempre disponible.

**Fructificación:** la producción de vaina se lleva acabo inmediatamente después de la floración, y la maduración de la fruta principia en los meses de Junio y Julio de tal forma que para fines de Julio y Agosto adquieren una forma abultante y un color rojo vino moteado con manchas amarillas (Gómez et al., 1970).

### **Aspectos fisiológicos**

Presenta nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces, especie de fácil adaptación, tienen buena capacidad para competir con malezas como individuo adulto; y como plántula le es difícil. El crecimiento de su sistema radical es muy rápido (10 veces más que el tallo), su establecimiento es esporádico, ya que solo ocurre en años de lluvia (Alanis, 2000).

### **Tolerancias de adaptación**

Demanda gran cantidad de luz, soporta vientos fuertes y considerables, moderadamente resistente a heladas, temperaturas elevadas, sequía alta, suelos muy variados ninguno selectivo, (pobres salinos, alcalinos, someros, compactados y pedregosos e inundación temporal), requerimientos hídricos bajos (Alanis, 2000), y generalmente se encuentra en áreas con las reservas de agua subterránea (Bainbridge et al., 1990).

### **Importancia**

Maldonado y De la Garza (2000) mencionan que en muchas regiones de México el mezquite se ha utilizado en diversas formas debido a sus múltiples cualidades, y que actualmente las tierras del mundo conforman una tercera parte de las zonas áridas, y el mezquite es una planta resistente a este tipo de áreas y es una buena alternativa para la alimentación tanto como para humanos como para animales.

Las semillas de las vainas de mezquite, tienen un sabor dulce, conteniendo niveles altos de proteína y azúcares. Los Bovinos, los caballos, las ovejas, las cabras, los burros y los puercos comen grandes cantidades de esta fruta madura en el verano y el otoño, cuando estas se encuentran

disponibles. La harina hecha de las vainas de mezquite y semillas se mezclan en pequeñas cantidades con harina de trigo, ha sido probada en varias recetas que incluyen panes y galletas, y ha tenido resultados favorables. Las vainas del mezquite son nutritivas, el pericarpio grueso y esponjoso tiene gran cantidad de azúcares (41%) y las semillas contienen grandes cantidades de proteína (31%), así como una buena fuente de minerales. Golubov et al.(2001) mencionan que el mezquite es una especie clave para mantener el balance de nitrógeno y carbono en los suelos de las zonas áridas y semiáridas, y también concluyeron que se debe tomar en cuenta su importancia de conservación en áreas en donde se pretende erradicarlo para introducir pastizales. El genero prosopis puede ofrecer alternativas para el desarrollo de las regiones áridas y semiáridas, como en el pasado que tuvo un papel importante en la agricultura tradicional; por esta razón la FAO ha desarrollado un programa para el uso de la prosopis en áreas como en los sistemas de producción ganadera (Riveros, S/F)

### **Uso forrajero**

En algunas áreas de México se recogen las semillas de mezquite, se muelen y se dan como alimento para el ganado. En el estado de San Luis Potosí, la gente del medio rural recoge las vainas y lo almacenan para el uso del ganado en épocas de sequía (Gómez et al., 1970).

De la harina se obtiene un forraje de gran importancia en épocas de sequía prolongada, del cocimiento de las semillas se puede obtener la melaza. Vargas (2002) menciona que las semillas dulces y nutritivas de las vainas de mezquite de miel occidental son altamente aceptables para toda

clase de ganado y para numerosas especies silvestres, tanto pequeñas como grandes. Cuando estas están disponibles el ganado a menudo corta las frutas hasta lo mas alto que pueden alcanzar y se comen las vainas que se encuentran tiradas en el suelo. Las hojas del mezquite contienen grandes cantidades de nitrógeno y por lo tanto son nutritivas; sin embargo el ganado no consume el follaje en gran cantidad. El consumo de las hojas del mezquite (*Prosopis spp*) por parte del ganado, es mayor durante los años de sequía, especialmente al principio de la primavera cuando aun no existe todavía otro tipo de forraje. La mayoría del ganado consume las flores del mezquite cuando se encuentra disponible. Flores (1980) para todo tipo de animales domésticos y lo pueden consumir directamente en el campo o bien cosecharlos cuando ya están maduros y guardarlos y proporcionarlos cuando mas se necesite. Gómez et al. (1970) concluye que la vaina de mezquite es muy aprovechada sin duda por cualquier tipo de ganado, pero que considera de mayor importancia en el ganado lechero estabulado, tanto criollo como el de registro de las razas Holstein y Jersey.

### **Otros usos**

Las semillas se muelen como harina la cual se puede usar para preparar pasteles y panes, también se pueden obtener bebidas refrescantes y embriagantes al estilo de cerveza al permitir que los jugos de las vainas se fermenten, las flores pueden ser consumidas crudas o tostadas.

En México los tres usos principales de la madera de prosopis son: como fuente de energía y/o como alimentación química, como astillas y como pedazos para asar (carbón) y como postes o barrotes (Vargas, 2002). Morales y Ruiz (1994) citados por Lezama (1996) mencionan que la goma de mezquite tiene gran variedad de usos, ya que mejora las propiedades de retención de agua, modifica los patrones de formación de cristales de hielo en diversos productos, como en la elaboración de helados, proporcionándoles una textura fina; mientras que en la industria maderera se utiliza como pegamento y para la manufactura de cerillos, así como para teñir fibras, como el algodón, la lana y la seda en industria textil. Galindo y García (1989) concluyeron que a partir de la vaina seca se obtiene un polvo que lleva por nombre “pinole de mezquite”, o puede emplearse para la elaboración de dulces compactos conocidos como “piloncillos de mezquite” como objeto de comercio local.

### **Toxicidad**

Debido a la tendencia que adquiere, en muchos lugares se considera como maleza e invasora y se le combate. En algunas especies como los caballos se considera como tóxico debido a que cuando consumen algunas veces mueren a consecuencia de comer mezquite; esto no es debido al envenenamiento, si no a la formación de grandes y duras bolas con márgenes fibrosas de las vainas verdes o de las secas cuando han sido humedecidas por la lluvia, sin embargo las vainas secas no son perjudiciales, pues la fibra que contiene se digiere fácilmente cuando son consumidas. Otras especies no son afectadas (Gómez et al.,1970).

El Mezquite no es conocido como planta tóxica. pero, hay partes de la planta que puede tener efectos nocivos. Por ejemplo cuando las semillas son consumidas, pueden causar problemas digestivos (Tull, 1999) y las espinas dorsales, pueden causar dolor. Las flores y el polen pueden causar la fiebre del heno (Tull, 1999). La goma puede también causar irritación (Kay, 1996).

### **Digestibilidad y Composición Proximal de la Vaína de Mezquite**

Estudios de la vaina de mezquite realizados en la Universidad de Guanajuato por Ramírez et al.(2000) sobre digestibilidad *in Vitro* de la vaina de mezquite indican que en dicho estudio encontraron una digestibilidad de 76%. En otro estudio realizado en la Universidad de Querétaro, (Rojas et al.,1999) sobre mezclas de harinas elaboradas a base de cereal-leguminosa (trigo-mezquite, maíz-mezquite, sorgo-mezquite), sometidas a procesos de extrusión se obtuvieron los resultados de 79.88, 70.23 y 69.65% de digestibilidad y con respecto a las harinas crudas 67.54, 67.95 y 53.69% de digestibilidad.

Baptista y Launchbaugh (2001) realizaron un ensayo de digestión in vivo en corderos alimentados con dietas mezcladas de hojas de mezquite y heno de alfalfa para medir los efectos de mezquite sobre algunos parámetros digestivos; encontraron que la proporción de hojas superiores al 5% afectaba negativamente el consumo de materia seca, el balance de nitrógeno, de energía y ganancia de peso; la digestibilidad aparente no fue afectada por el nivel de mezquite en la dieta. Sin embargo en un ensayo de digestión in situ reveló que la alfalfa fue mas digestible que las hojas de mezquite. Fernández y Arno (1998) realizaron un estudio en Brasil de las vainas y hojas de

mezquite de las especies de *Prosopis alba*, *P. chilensis* y *P. tamarungo*, introducidos de Chile; *P. glandulosa* y *P. velutina* de los Estados Unidos; *P. pallida* de Perú y *P. juliflora* del norte de Brasil, y encontraron que todas las especies presentaron arriba de 65% en las vainas y entre 55% a 60% para las hojas, con excepción de *P. chilensis* (31%). Nieblas et al. (S/F) llevaron a cabo una evaluación de la harina de mezquite *Prosopis juliflora*, encontraron un 78% de digestibilidad por el método in vitro y un 95% mediante el método in vivo.

James(1988) en una prueba de alimentación que realizó en Ovejas con vainas de mesquite (*Prosopis juliflora*) y heno de alfalfa encontró que la vaina de mesquite presentó un coeficiente de digestibilidad de la proteína de 15% mas alto que el heno de alfalfa. Por otra parte Villaca y Bertocco, (S/F) en la misma especie en diferentes periodos de tiempo (24, 48, 72, 96 y 120 hrs.), encontraron resultados de 71.8, 72.9, 75.2, 75.4 y 76.9 % de digestibilidad mediante la técnica in vitro. Y otro estudio de Habit y Saavedra (1988) reveló un 86.6% de digestibilidad de la especie antes mencionado.

Las vainas de mezquite tienen valores de proteína que alcanzan promedios de 9 a 17 % y varían según la especie y con respecto al contenido de azúcares varía de 15 a 40% (Oduol et al.,1986; citados por Maldonado y De la Garza, 2000).

La composición proximal de las vainas de los diferentes mezquites es muy similar, sin embargo dependiendo del sitio de colecta de la vaina existen algunas diferencias (Ramírez et al.,2000). En los cuadros 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, se presentan algunos estudios del análisis proximal realizados por diferentes autores.

**Cuadro 2.1.** Análisis químico proximal de frutos de diferentes especies de *prosopis*, que incluye la *P. laevigata* (%), (Ramírez et al,2000).

	P.juliflora	P. glandulosa	P. velutina	P. pubescens	P. laevigata
Materia seca	ND	97.8-7.5	98.4-95.7	94.1	97
Cenizas	4.31-3.40	3.3-3.4	3.1-4.8	3.8	3
Proteína	15.58-3.35	11-14	11-17	11	12
Grasas	4.89-2.87	ND	ND	ND	5
Carbohidratos	75.2-0.38	26-34	13-28	25	52
Fibra	21.91-4.73	20-22	19-31	17	25

ND = No determinado.

**Cuadro 2.2.** Análisis químico de la vaina de mezquite spp. (Flores, 1980)

especie	M.S. (%)	Proteína (%)	Fibra(%)	Grasa (%)	E.L.N (%)	Cenizas (%)
Prosopis spp	94	13.0	26.3	2.8	47.4	4.5

**Cuadro 2.3.** Análisis químico de la vaina de mezquite spp. (Gómez et al, 1970)

especie	M.S (%)	Proteína (%)	Fibra(%)	Grasa (%)	E.L.N (%)	Cenizas (%)
Prosopis spp.	93	13.0	26.0	2.8	47.0	4.2

**Cuadro 2.4.** Análisis químico del mezquite, en diferentes estaciones del año (%), (Velásquez, 1997).

Mezquite	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
Proteína (%)	28.39	19.89	17.72	14.76	20.19

Fibra (%)	15.79	32.13	29.04	25.79	25.68
Grasa (%)	2.09	3.21	4.22	3.54	3.26

## **DIGESTIBILIDAD**

El conocimiento del valor nutritivo de los alimentos es fundamental para la nutrición animal, pero no es suficiente con los análisis químicos, sino que hay que considerar los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal (Bondi, 1989). Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994) quedando disponibles para el animal (Bondi, 1989). La digestibilidad depende mayormente de la composición nutritiva y del tratamiento proporcionado a la ración en estudio (Nocek y Grant, 1987).

**Concepto:** (Church et al., 2002) define la digestión como la preparación de los alimentos para que sean absorbidos en el aparato digestivo, y McDonald et al., (1975), consideran que es la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone fue absorbida.

El aumento de la ingestión del alimento por arriba del nivel de mantenimiento tiende a disminuir la digestibilidad, particularmente en los rumiantes (Grovm, citado por Church et al., 2002).

Flores (1989) describe que un alimento cualesquiera que sea, tiene una parte digestible y aprovechable y la otra es eliminada por las heces.

Las diferencias anatómicas y fisiológicas del conducto digestivo de las diversas especies, son la causa grande en las variaciones de los animales para utilizar los distintos tipos de alimentación para su nutrición (Maynard, 1975) así como la lignina que forma parte de los alimentos de tejidos vegetales debido que la significación de la planta determina el acceso de los microorganismos rúmiales a los polisacáridos de la pared celular y cuanto mas lignificada sea la planta menor será la digestión (Chesson, 1988), y tambien la digestión es afectada por las condiciones climáticas adversas que se presentan en cada región, debido a que provocan que la calidad y cantidad de forraje disponible disminuyan (Jung y Allen, 1995).

### **Factores que afectan a la digestibilidad**

Hay diversas causas que influyen en el mayor o menor grado de digestibilidad de los diferentes tipos de alimento (Ayala, 1976), los cuales se describen a continuación.

**Composición del alimento:** la digestibilidad de un alimento está directamente relacionada con su composición química. La fracción de fibra cruda de un alimento interviene en su digestibilidad, tanto por su cantidad como su composición. Cuando un alimento determinado aumenta en fibra bruta, como ocurre en los pastos al madurar, trae como consecuencia una menor digestibilidad de otros constituyentes que quedan encerrados en el interior de las células y cuyas paredes impiden el acceso de las enzimas no digestivas (McDonald et al.,1975), los constantes cambios químicos y anatómicos que ocurren en la pared celular de las plantas al madurar,

afectan la digestibilidad (Himmelsbach, 1988) y dependiendo de la constitución de la pared celular puede variar la digestibilidad de 100% en las células mesófilas y a cero en el xilema esta variación ocurre en diferentes tejidos dentro de una parte de la planta y entre tejidos similares en diferentes especies de forraje (Galyan y Goetsch, 1991). La digestibilidad de los alimentos puede verse afectadas por deficiencias o excesos de nutrientes u otros componentes, estos son más frecuentes en los rumiantes en los que por ejemplo las deficiencias de azufre o nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal limitan el crecimiento microbiano y reducen la digestibilidad de la fibra cruda. Asimismo, el exceso de lípidos en la ración inhibe los microorganismos del rumen. El alto contenido de Sílice en algunos alimentos, como en la paja de arroz reduce la digestibilidad. En los animales no rumiantes, los componentes que se unen a las proteínas y aminoácidos, como los taninos, reducen su digestibilidad (McDonald et al., 1999).

**Composición de la ración:** La digestibilidad de un alimento no solo se efectúa por su propia composición, si no que también por la de otros alimentos consumidos al mismo tiempo, este efecto asociado representa un obstáculo para determinar la digestibilidad por diferencia (McDonald et al., 1975), por tal motivo los efectos asociativos suelen ser negativos, es decir la digestibilidad de las raciones mixtas es menor de lo esperado y mas notable aun cuando los alimentos groseros de baja calidad se suplementan con concentrados amiláceos (McDonald et al., 1999), Orskov (1980) señala que cuando se proporciona dietas con altos niveles de concentrado en los animales, se reduce considerablemente la actividad microbiana que degradan la celulosa afectando la digestibilidad del alimento.

**Factores dependientes del animal:** la digestibilidad es más propia del ingrediente que el que lo consume, pero esto no quiere decir que un alimento dado a un mismo animal sea digerido siempre en el mismo grado. El factor animal es la especie. Los alimentos con poca fibra son igualmente digeridos por los rumiantes y por los no rumiantes, pero los alimentos más fibrosos son mejor aprovechados por los primeros. La edad del animal y la diferencia de capacidad digestiva del ganado bovino y el ovino es de poca importancia (McDonald et al., 1975), no obstante los alimentos muy digestibles, tiende a ser mas digeridos con mas eficiencia por el ganado ovino, en tanto que los alimentos pocos digestibles, tiende a ser mejor digeridos por el ganado vacuno (McDonald et al., 1999).

**Nivel de ingestión:** cuando hay un aumento en la cantidad de comida ingerida por el animal hace que la velocidad de paso de la ingesta sea mayor y por lo tanto se expone en menor tiempo para la acción de las enzimas y que puede ocasionar una disminución en la digestibilidad (McDonald et al., 1975). Se reduce muy poco la digestibilidad de los alimentos groseros, como el heno, el ensilado y hierbas de pastos al aumentar el nivel de ingestión en una unidad, como por ejemplo del nivel de mantenimiento a dos veces dicho nivel, con respecto a las raciones que contienen partículas de alimentos mas finas, como las mezclas de alimentos groseros y concentrados, la reducción de la digestibilidad por unidad de aumento en el nivel de alimentación es mayor (McDonald et al., 1999).

**Procesamiento de los alimentos:** con el fin de obtener un mayor aprovechamiento, se han realizado amplios estudios que conducen a la

observación del efecto de procesamiento en la digestibilidad de los alimentos. La utilización de los alimentos que han adquirido un cierto tratamiento, como son rolado, peletizado, molido, triturado o cocidos, afecta causando la alteración en la velocidad del paso, el tiempo de exposición y tasa de degradación de los alimentos en el tracto digestivo. El moler los granos generalmente no mejora la digestibilidad en aquellos animales que mastican completamente el alimento como las ovejas, a excepción de aquellas semillas muy pequeñas y duras. Para los bovinos los alimentos molidos son mejor digeridos debido a que mastican menos a fondo los granos. A diferencia de los granos, los forrajes son masticados por todos los animales, a modo de fraccionarlo, de manera que los jugos digestivos puedan penetrar en el (Maynard et al., 1975) cocer los alimentos no ayuda a la digestibilidad en los animales adultos, excepto en el caso de algunos cuantos productos empleados para cerdos y aves, tales como el frijol, soya, y papas.

Sin lugar a duda, hay otros factores no reconocidos que alteran la digestibilidad, pero está claro que no todos los animales digieren una dieta al mismo grado (Church et al., 2002).

**Suplementación del alimento con enzimas:** La suplementación de alimento con enzimas es más factible en los animales no rumiantes, puesto que no tienen la capacidad de degradar muchos componentes de los alimentos, esto con el fin de mejorar su digestibilidad. La enzima que ha proporcionado mejores resultados es la  $\beta$ -glucosidasa que se añade a raciones que incluyen cebada, para las gallinas. Otra preparación es la fitasa que mejora la digestibilidad del ácido fólico (McDonald et al., 1999).

## **Digestibilidad aparente y digestibilidad real**

La **digestibilidad aparente** de un nutriente representa la diferencia entre la cantidad ingerida y la cantidad que aparece en las heces. La cantidad total en el excremento no incluye solo los residuos de alimento sin digerir sino que también las fuentes endógenas del mismo nutriente, que es la fracción indigestible de la parte sin digerir de los nutrientes (Church et al., 2002), McDonald et al. (1999) consideran como digestibilidad aparente a las sustancias excretadas en las heces, no procedentes directamente de los alimentos consumidos y que determinan la subestimación de la cantidad del alimento realmente absorbida por los animales, y la **digestibilidad real** de un nutriente es la proporción del alimento ingerido que es absorbido en el conducto gastrointestinal, excluyendo cualquier aportación hecha por fuentes corporales ( Church et al., 2002).

## **Técnicas de digestibilidad**

Para llevar a cabo las pruebas de digestión, en el caso de ganado bovino, se han establecidos técnicas como son: **in Vitro, in vivo e in situ**, algunas son mas apropiadas que otras para un propósito específico.

La técnica **in situ**, consiste en la utilización de la bolsa de nylon; en este procedimiento, el alimento que se quiere probar se coloca en una bolsa de nylon (o de algún otro material indigerible) suspendida en el rúmen del animal provisto de una cánula ruminal.

Las bolsas son introducidas al interior del rúmen de bovinos y en ellas se coloca una cantidad conocida del ingrediente que interesa estudiar, las

muestras se introducen en diferentes intervalos según los tiempos que se desee evaluar; posteriormente son extraídas las bolsas y se determina la pérdida del material (por fermentación) de las bolsas (Church et al., 2002).

## **ANÁLISIS PROXIMAL**

El análisis proximal se puede definir como un esquema de análisis mediante el cual se determina la composición de cualquier alimento en término de sus principales grupos de nutrimentos. En otras palabras, es la evaluación de la calidad de un alimento en función de grupos de compuestos con características físico-químicos semejantes, pero con diferente valor nutritivo.

Aunque este tiene sus limitaciones ha sido el punto de partida por más de un siglo para la evaluación de los alimentos y aunque los métodos hayan cambiado, el fundamento es el mismo (Tejada, 1992).

### **Materia seca**

Todos los alimentos están constituidos por dos componentes fundamentales que son el agua y la materia seca (M.S.), es decir, la muestra a que se ha extraído el agua por acción del calor. La materia seca esta a su vez compuesta de una porción susceptible de quemarse porque esta constituida por sustancias que contienen Carbono, o sea sustancia orgánica, y sustancias que se pueden quemar y quedan como un residuo en forma de cenizas cuando se quema hasta la calcinación una muestra de materia seca (Flores, 1980).

El agua es un elemento esencial que el animal necesita en cantidades relativamente grandes. Sin embargo, el agua no contribuye al valor nutritivo de un alimento, excepto en condiciones especiales de aridez; por el contrario, diluye el contenido de nutrientes sólidos y los hace más susceptibles de sufrir fenómenos de descomposición por enzimas fistulares, bacterianas o de hongos (Tejada,1992). El agua o humedad se determina por desecación mediante evaporación. Se pone una determinada cantidad de alimento a temperaturas de 100 a 110°C, y posteriormente se calcula por diferencia (Flores, 1989).

### **Proteína cruda**

A la proteína se le ha concedido la mayor importancia en la alimentación práctica, y por tanto es muy notable en los alimentos; y es importante por las siguientes razones:

- a) Debido a que generalmente la clasificación aceptada de los alimentos se basa en el contenido proteico y,
- b) también cuando se conoce el contenido nutricional del alimento da una idea aproximada de la clase a que pertenece el alimento aunque se desconozca sus demás características (Crampton y Harris.,1974).

La proteína se calcula a partir de la cantidad de nitrógeno determinado de los alimentos. En dicho método se realiza una digestión con ácido sulfúrico, para convertir en amoníaco todo el nitrógeno presente, excepto el

que se encuentra en forma de nitratos o nitritos. El amoníaco es liberado al añadir el hidróxido de sodio al producto de la digestión, posteriormente se destila recogiendo una solución normalizada de ácido, determinándose la cantidad recogida por volumétrica o siguiendo un método calorimétrico automatizado. Considerando que todo el nitrógeno es de origen proteico, y que las proteínas contienen el 16 por ciento de nitrógeno, se multiplica la cantidad de nitrógeno por  $100/16$  o 6.25 y se obtiene la cantidad aproximada de proteína existente en el alimento (McDonald et al.,1999).

### **Fibra cruda**

Es una mezcla de glucidos (celulosa y hemicelulosa), y otros materiales como la lignina, indigeribles por el animal de estomago simple (Tejada, 1992), la importancia de conocer el contenido de fibra de un alimento, es para saber si tiene mayor o menor digestibilidad (Crampton y Harris.,1974).

### **Extracto Etéreo**

Aunque existen aun ciertas discrepancias en la importancia nutritiva del extracto etéreo de una dieta, se considera muy indispensable ya que es normalmente la fuente de ácido graso esencial. Sin embargo, un animal tan solo utiliza unos pocos gramos del extracto de los alimentos para recibir el ácido linoleico.

El contenido de lípidos que tiene una dieta es de gran importancia para la selección y el empleo de los alimentos, y se puede observar frecuentemente en aquellas raciones carentes de este nutriente que no son

bien aceptados por los animales a diferencia de los que presentan un mayor porcentaje (Crampton y Harris.,1974).

Para la determinación del extracto etéreo es necesario someter la muestra a una extracción con éter de petróleo por un periodo de tiempo determinado y el residuo que queda tras la evaporación del solvente, constituye el extracto etéreo. Además de los lípidos también se incluyen las ceras, ácidos orgánicos, alcoholes y pigmentos (McDonald et al.,1999).

### **Extracto Libre de Nitrógeno**

Este valor se determina por diferencia restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y material mineral. Está constituido por almidones, azúcares solubles, pectinas, ácidos orgánicos y también mezcla de celulosas y ligninas (Tejada, 1992).

### **Cenizas**

Las cenizas son el residuo inorgánico que resulta después de someter una muestra a una temperatura de 600 °C, y dependiendo del alimento que se trate tomara importancia las cenizas (Crampton y Harris.,1974). Para McDonald et al.(1999) el proceso de determinación de cenizas es someter la muestra a una temperatura de 550° C hasta que todo el carbono sea eliminado y el restante constituye las cenizas, que son considerados como partes inorgánicos de los alimentos, sin embargo pueden incluirse también de origen orgánico como el Azufre y Fósforo de las proteínas. Por tanto el

contenido de cenizas no representa totalmente el material inorgánico de los alimentos, ni cualitativa ni cuantitativamente.

### **III.-MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización del área de estudio**

La Evaluación se llevó a cabo en la Unidad Metabólica y el laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Con coordenadas geográficas de 25°23' 00" Latitud Norte y 101°02' 00" Longitud Oeste a una altitud de 1743msnm. Con una precipitación media anual de 298.5mm. el clima se clasifica como BShwx (e'), que corresponde a un clima seco, semiárido con lluvias intermedias en Verano e Invierno, con una temperatura media anual extrema entre 7 y 14°C (Mendoza, 1983).

Para este trabajo se utilizaron, un Toro fistulado con un peso aproximado de 750kg. y vainas de mezquite que fueron colectadas en diferentes sitios de la región (La Colorada, Angostura, Buenavista y la Esperanza), al cortarse en el campo se encontraban en la última etapa de

maduración con una altura promedio de las plantas de 2.83m y fueron identificadas por el departamento de botánica de la UAAAN.

Para proceder a la evaluación se clasificaron por comunidades, tomando cada comunidad como un tratamiento quedando como sigue: T1 la Colorada, T2 la Angostura, T3 Buenavista, y T4 la Esperanza. La muestra seleccionada fue la variedad glandulosa, la cual fue sometida a una estufa con una temperatura de 60-65 ° C para eliminar la humedad y facilitar el molido.

Las muestras fueron molidas en un molino Wiley, y por medio de la técnica de bolsa de Nylon se determinó la digestibilidad *in situ*, luego por medio del análisis proximal de acuerdo con la A.O.A.C. (1980), se analizaron las muestras, determinando materia seca (MS), proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo (grasa), extracto libre de nitrógeno y cenizas estas fueron las variables evaluadas.

### **Digestibilidad *in situ* por el método de la bolsa de Nylon.**

La técnica *in situ* consiste en colocar una cierta cantidad de muestra dentro de la bolsa de Nylon, dejando bien cerrada y colocarla en el rúmen de los animales fistulados por cierto periodo de tiempo. Esta técnica permite a determinar simultáneamente la cantidad de muestra que es digerida y la tasa a la que ésta digestión se realiza (Tejada, 1992).

### **Materiales utilizados**

Los materiales utilizados para realizar esta técnica fueron:

1. muestra molida con acriba de 2 a 3 mm.

2. Bolsa de nylon ó dacrón de 14 X 4cm. con doble costura en las que se vaciaron las muestras.
3. Hilo de nylon con las que se ataron las bolsas a 2.5 cm. de distancia de arriba hacia abajo.
4. Hilo plástico con el cual se ataron las bolsas dejando un espacio de entre 15 a 20 cm. entre bolsa y bolsa, y 30 cm. de antes de la primera bolsa se ató un contrapeso ó ancla y 50 cm. de la ultima bolsa a la cánula para permitir el libre movimiento de las bolsas en ambas fases del rúmen.
5. Un ancla ó contrapeso de alrededor de 100gr. Que se ató al hilo de plástico en cada fase o intervalo de tiempo en las que se sometieron las muestras.
6. Animales: para esta prueba se utilizó un toro fistulado lo cual se mantuvo alimentando con una dieta similar (forraje), durante la evaluación.

### **Procedimiento**

1. Se hicieron 4 pesadas de 5g. De muestra molida y seca dentro de la bolsa, se cerraron con un hilo de nylon a 2.5cm. de las costura de la parte de arriba hacia abajo quedando listos para la prueba. Una de las pesadas fue el testigo.
2. Se colocaron las bolsas en el rúmen del animal fistulado. Las muestras del tiempo 72 se introdujeron primero, posteriormente las del tiempo 48 y así sucesivamente hasta el tiempo cero, al cabo de ese tiempo de incubación, se extrajeron las bolsas cuidadosamente al

mismo tiempo introduciendo a un recipiente con agua corriente y se lavaron moviéndolas suavemente con los dedos, una vez limpios, se dejaron secar a temperatura ambiente para poder sustraer la muestra, posteriormente se dejaron en una estufa a 70° C durante 24 horas y con la diferencia entre el peso de la muestra antes de la digestión y después, se calculó la muestra digerida.

3. Las bolsas testigos se separaron y se introdujeron en agua destilada a 39° C por 5 minutos, para determinar la solubilidad al tiempo cero. Posteriormente fueron lavadas con agua corriente y secadas a 50° C por 24 hrs. Para pesar las bolsas posteriormente, por último calcular el % de digestibilidad mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ digestibilidad} = \frac{100 - (W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$$

$$\% \text{ DIV.} = \frac{100 - (W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2 \times \text{MST.}}$$

Donde: W1= Peso de la bolsa tarada

W2= Peso de la muestra

W3= Peso de la muestra después de la incubación

C1= Correlación de la bolsa (blanco) (peso final de la bolsa / peso inicial de la bolsa).

MS = Materia Seca.

## **Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de digestibilidad se analizaron a través de un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4x7 con 3 repeticiones (Olivares, 1994), quedando como sigue.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

i = 1, 2, 3, 4. Tratamientos

j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Tiempos

k = 1, 2, 3. Repeticiones.

Para encontrar una respuesta sobre el porciento de digestibilidad en relación con el tiempo se llevó acabo una correlación.

Con respecto al análisis proximal, se utilizó el mismo diseño solo que con dos repeticiones (4x2) para cada variable.

## IV.-RESULTADOS

### Digestibilidad in situ de la materia seca

Los resultados obtenidos de la digestibilidad *in situ* de la materia seca en el presente estudio se muestran en el cuadro 4.1 de las cuatro comunidades en los diferentes periodos de incubación

**Cuadro 4.1** Digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) (%) de la vaina de mezquite *Prosopis glandulosa*, variedad glandulosa por periodos de incubación en cuatro comunidades de Saltillo.

Tiempo(hs)	Colorada(%)	Angostura(%)	Buenavista(%)	Esperanza(%)
0	43.05	43.36	26.96	21.02
3	51.74	52.17	48.89	41.42
6	52.47	58.51	57.93	44.54
12	62.92	64.37	59.22	55.26
24	66.47	69.77	74.85	67.15
48	69.13	71.31	75.31	68.34
72	68.35	70.14	75.90	74.34

Al realizar el análisis de varianza para la digestibilidad, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por lo que fue necesario proceder a la comparación de medias utilizando la prueba de Tukey.

En el cuadro 4.2 se presenta la comparación de medias de los cuatro tratamientos, con valores de 59.19% para la Colorada, 61.33% Angostura, 59.43% de Buenavista y 52.71% para la Esperanza. Como se puede observar en el cuadro 4.2, las localidades Colorada, Angostura y Buenavista son iguales, sin embargo son diferentes con respecto a la localidad de la Esperanza, indicando que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 4.2** Comparación de medias de tratamientos de la variable digestibilidad de las cuatro comunidades.

tratamientos	Medias (%)
Buenavista	61.33 <sup>a</sup>
Angostura	59.43 <sup>a</sup>
Colorada	59.19 <sup>a</sup>
Esperanza	52.71 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Literales diferentes muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Los resultados con relación al tiempo de incubación se presentan en el cuadro (4.3), del tiempo cero a 72hrs. observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), según resultados encontrados, la digestibilidad en los tiempos (24, 48, y 72hrs.), hubo igualdades, así como entre los tiempos (3 y 6hrs.), sin embargo entre ambos grupos si existió diferencia e igual con el 12hrs. y 0hrs. restantes.

**Cuadro 4.3** Comparación de medias de la variable digestibilidad para el factor tiempo de incubación.

tratamiento	Media (%)
72	72.2300 <sup>a</sup>
48	71.0592 <sup>a</sup>
24	69.5633 <sup>a</sup>
12	59.6050 <sup>b</sup>
6	53.3667 <sup>c</sup>
3	48.0917 <sup>c</sup>
0	33.5750 <sup>d</sup>

<sup>abcd</sup> Medias con literales diferentes muestran diferencias significativas (P<0.05).

Para la prueba de medias de la interacción (tratamiento x tiempo), se presenta en el cuadro 4.4. la localidad de Buenavista, en los tiempos 24, 48hrs.,son estadísticamente iguales (P>0.05) con las localidades de la Angostura, en los mismos tiempos, y con la Colorada en el tiempo 48hrs. Al mismo tiempo la Esperanza, en el tiempo 48 presenta similitudes con las localidades antes mencionadas con excepción de Buenavista, en los tiempos 48 y 72hrs. Presentan igualdades (P>0.05) también entre la Colorada en los tiempos, 12,24, 48 y 72hrs., y Angostura en los tiempos 12 y 24hrs., así como en la Esperanza en los tiempos 24 y 48hrs. y a su vez Angostura y

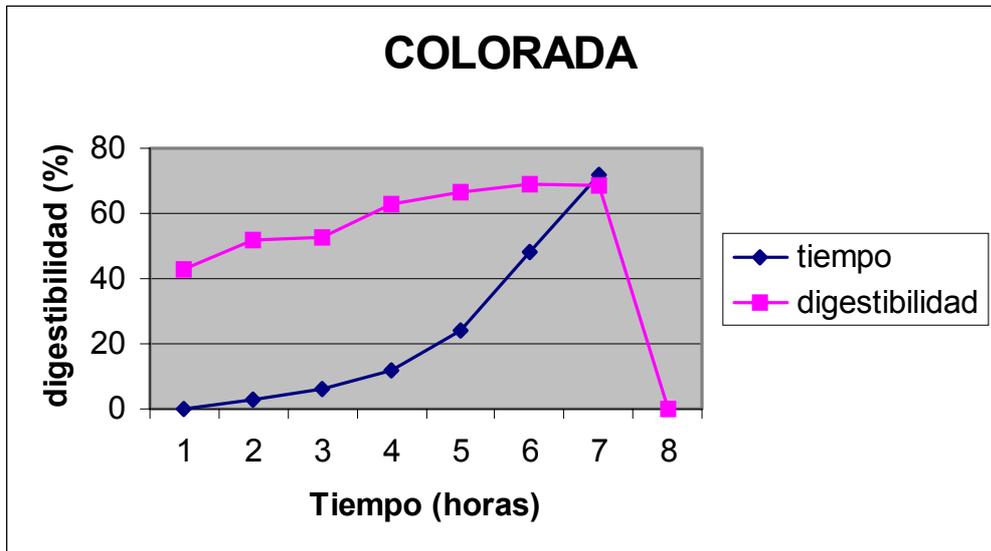
Colorada en los tiempos 12hrs. De igual forma se aprecian igualdades ( $P>0.05$ ) entre Buenavista en los tiempos 6 y 12hrs., Angostura en los tiempos 6 y 12hrs., y Colorada a las 6 hrs. Por otra parte entre Esperanza 12hrs., Angostura 3hrs., Buenavista 3hrs., y Colorada en 3 y 6hrs. Mostraron igualdad. Mientras que para la esperanza en 3 y 6 hrs., se igualo con Buenavista a las 3hrs., Angostura y Colorada en 0hrs. Las localidades restantes Buenavista y Esperanza resultaron similares a las 0hrs.

**Cuadro 4.4** Comparación de medias de la variable digestibilidad para la interacción tratamiento por tiempo de incubación.

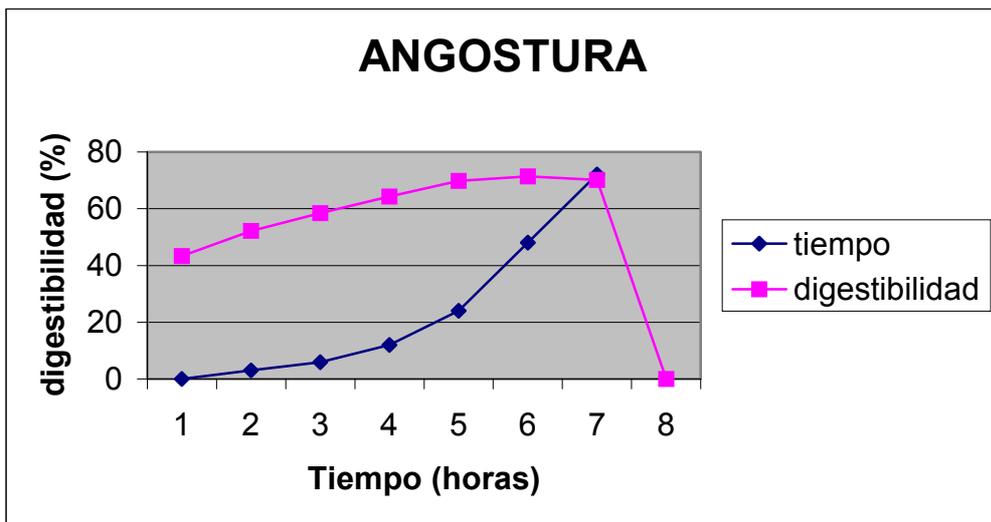
Tratamiento x tiempo	media (%)
Buenavista 72	75.90 <sup>a</sup>
Buenavista 48	75.46 <sup>a</sup>
Buenavista 24	74.85 <sup>ab</sup>
Esperanza 72	74.34 <sup>ab</sup>
Angostura 48	71.31 <sup>abc</sup>
Angostura 72	70.14 <sup>abcd</sup>
Angostura 24	69.77 <sup>abcde</sup>
Colorada 48	69.13 <sup>abcde</sup>
Colorada 72	68.54 <sup>bcde</sup>
Esperanza 48	68.34 <sup>bcde</sup>
Esperanza 24	67.15 <sup>cde</sup>
Colorada 24	66.48 <sup>cde</sup>
Angostura 12	64.04 <sup>def</sup>
Colorada 12	62.93 <sup>ef</sup>
Buenavista 12	59.21 <sup>fg</sup>
Angostura 6	58.51 <sup>fgh</sup>
Buenavista 6	57.94 <sup>fgh</sup>
Colorada 6	52.48 <sup>ghi</sup>
Esperanza 12	52.24 <sup>hi</sup>
Angostura 3	52.18 <sup>hi</sup>
Colorada 3	51.74 <sup>hi</sup>
Buenavista 3	47.02 <sup>ij</sup>
Esperanza 6	43.54 <sup>j</sup>
Angostura 0	43.37 <sup>j</sup>
Colorada 0	43.04 <sup>j</sup>
Esperanza 3	41.42 <sup>j</sup>
Buenavista 0	25.63 <sup>k</sup>
Esperanza 0	20.93 <sup>k</sup>

abcdefghijk Medias con literales diferentes, difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

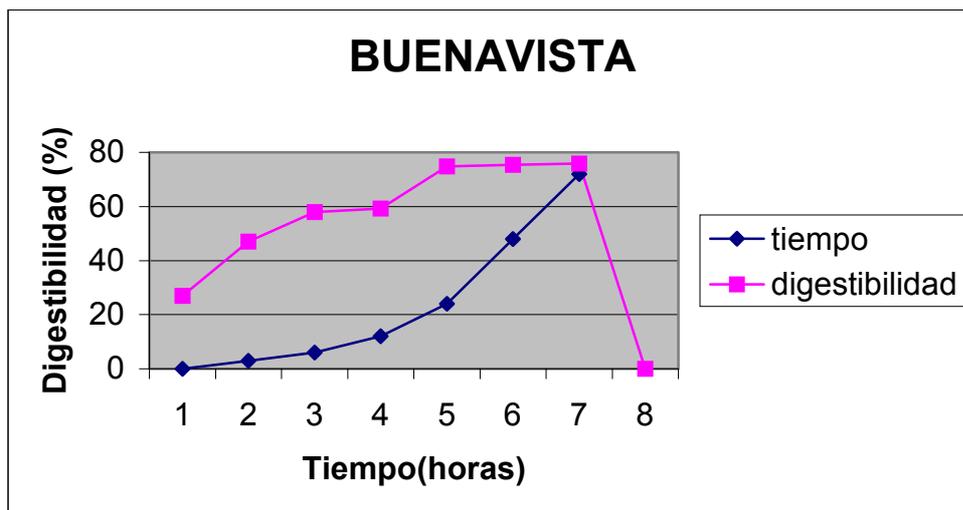
La correlación entre el tiempo y % de digestibilidad se muestra en las figuras (1, 2, 3, 4) de cada una de las cuatro localidades.



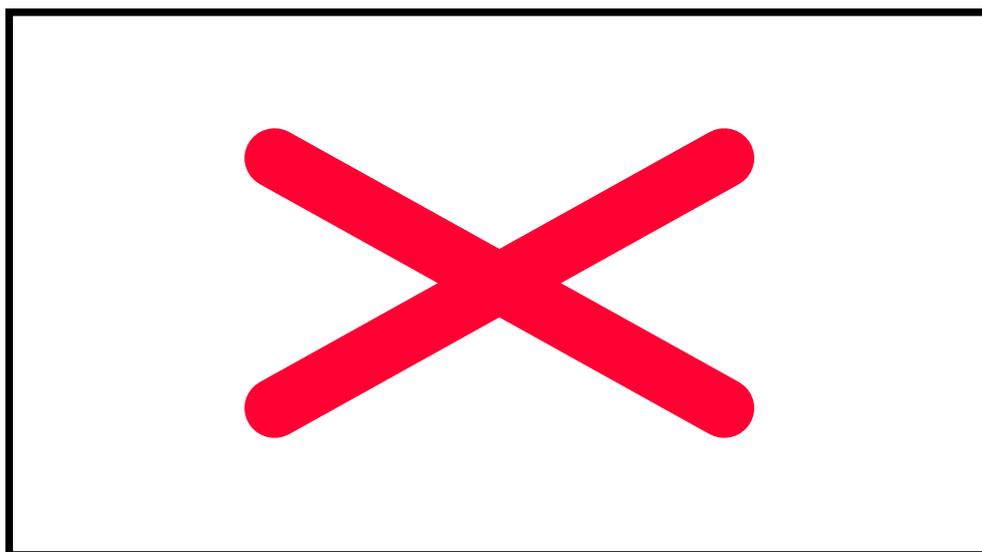
**Figura. 1** Correlación de la digestibilidad y el tiempo del tratamiento 1 (Colorada).



**Figura. 2** Correlación de la digestibilidad y tiempo del tratamiento 2 (Angostura)



**Figura 3.** Correlación de la digestibilidad y tiempo del tratamiento 3 (Buenvista).



**Figura. 4** Correlación de la digestibilidad y el tiempo del tratamiento 4 (Esperanza).

### Resultados del análisis proximal

Los resultados del análisis proximal en la comparación de medias de las cuatro localidades, se muestran en el cuadro 4.5. de todas las variables.

**Cuadro 4.5** Comparación de medias del análisis proximal de la vaina de mezquite (*P. glandulosa*) var. Glandulosa de cuatro comunidades en Saltillo, Coahuila.

Variable (%)	Colorada(%)	Angostura (%)	Buenavista(%)	Esperanza(%)
MS	93.39	91.75	90.94	93.37
Proteína	12.41 <sup>c</sup>	13.12 <sup>b</sup>	14.33 <sup>a</sup>	14.42 <sup>a</sup>
Fibra	20.76 <sup>a</sup>	21.81 <sup>a</sup>	17.96 <sup>b</sup>	20.33 <sup>a</sup>
E. etéreo	4.45 <sup>a</sup>	3.79 <sup>a</sup>	4.59 <sup>a</sup>	4.96 <sup>a</sup>
E.L.N	47.41 <sup>a</sup>	45.56 <sup>a</sup>	48.38 <sup>a</sup>	44.75 <sup>a</sup>
Cenizas	3.86 <sup>a</sup>	3.43 <sup>a</sup>	4.21 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> líneas con medias que presentan literales diferentes indican diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

En el cuadro 4.5 se observa que las variables (proteína, y fibra), presentan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) en las cuatro localidades; en tanto que para las variables E. Etéreo, E.L.N. y cenizas no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) en ninguna de las cuatro comunidades, sin embargo si presentaron diferencias numéricas.

## V.-DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la digestibilidad in situ de la materia seca en las cuatro comunidades tuvo un rango de 52.71 a 61.33%, lo cual es inferior a lo que señalan Ramírez et al.(2000) en un estudio realizado por el método in Vitro en el estado de Guanajuato, que encontraron un 76% de digestibilidad, así como de algunos otros autores Ortega et al.(2001) con valores de 78% de digestibilidad por métodos in Vitro y de 93% en in vivo en la especie juliflora e igual a lo que encontró Rojas et al.,(1999) en mezclas de harinas de trigo-mezquite 79.88%, maíz- mezquite 70.23% y sorgo – mezquite 69.65%. Otros estudios han revelado porcentajes mayores a la especie estudiada, tal como lo mencionan Nieblas et al.(S/F) en harina de mezquite *Prosopis juliflora* con un 78.5 de digestibilidad mediante la técnica in Vitro y 95% por el método in vivo; Villaca y Bertocco (S/F) en diferentes tiempos de incubación (24, 48, 72, 96, y 120hrs.) reportando los resultados de 71.8, 72.9, 75.2, 75.4 y 76.9 % de digestibilidad por la técnica in Vitro, en tanto que Saavedra (1988) en su estudio encontró un 86.6% de digestibilidad en la misma especie. Si se observan bien los resultados obtenidos por los diferentes autores se puede constatar que la *Prosopis juliflora* presenta mayor digestibilidad en todos los estudios mostrados, y por el método que sea, aunque no son exactamente iguales los resultados; por lo tanto esto conlleva a pensar que las diferencias existentes se deba a los distintos lugares del estudio, las características de ambas regiones, el estado de madurez de las plantas, y quizás aun mas importante considerar las variedades estudiadas. Andrade (2001) agrega a la especie animal y los procesos dados a los alimentos en estudio . Aunque parece de poca

importancia los métodos utilizados se debe también tomar en cuenta. Todos estos factores se consideran la causa de dichas variaciones.

Si se analizan los datos que se muestran en el (cuadro 4.1), se puede apreciar de que a mayor tiempo de incubación, mayor es la digestibilidad, coincidiendo con lo que mencionan McDonald et al.(1975), que cuando mas tiempo permanezca un alimento en el tracto digestivo, mayor es la digestibilidad.

Tal y como lo señalan Ramírez et al.(2000), la composición proximal de la vaina es similar en los diferentes mezquites y dependiendo del sitio de colecta se notará la diferencia y en el presente estudio se encontró la misma tendencia, pero además se observó que la diferencia existe aun cuando este sea de la misma especie, aunque no sucede en todas las variables, como lo muestran los resultados que se obtuvieron en esta evaluación, los cuales se discuten en seguida.

Los resultados de la variable proteína presentan un rango de 12.41 a 14.41%, resultados que estadísticamente son diferentes ( $P < 0.05$ ), cayendo en el rango que presentan Flores, (1980); Gómez et al, (1970); y Ramírez et al (2000) de 13% al igual si se compara con otras especies, la diferencia es mínima. Los valores arrojados para la variable fibra fueron de 17.96% como mínimo y 21.81 % como máximo, resultando una respuesta similar a lo reportado por Ramírez et al, (2000), que encontraron un 20-22% de fibra de esta misma especie e igual con otras, como la *P. pubescens* (17%), *P. juliflora* (21.91%) y la *P. Velutina* (19%) , presentados por los mismos autores, pero en relación con lo que obtuvo Flores (1980) y Gómez et al, (1970), el resultado es muy inferior, ellos encontraron un 26% de fibra.

Como mencionan Crampton y Harris, (1974), es importante conocer el contenido de fibra para saber si un alimento tiene mayor o menor digestibilidad, debido a que cuando un alimento aumenta en fibra tal y como sucede en los forrajes al madurar, su digestibilidad disminuye (McDonald et al, 1975); por lo anterior es necesario conocer el estado fisiológico de las plantas forrajeras antes de proporcionarlos, así como la estación del año en que se produce, esto se confirma con el resultado que presenta Velásquez, (1997), en un estudio que realizó con mezquite, en cada estación del año y encontró resultados diferentes.

El contenido de grasa del mezquite de las cuatro localidades, fue de un rango mínimo de 3.79% y un máximo de 4.96%, superiores a los resultados presentados por Flores (1980) y Gómez et al. (1970), en tanto que Velásquez (1997), reporta un resultado similar y Ramírez et al.(2000), en especies como *P. juliflora*, y *P. leavigata* con un porcentaje de 4.89 y 5 %. De acuerdo al resultado obtenido en el análisis se confirma que el contenido de grasa varia de una región a otra aunque en cuanto a las dos especies anteriores se encontraron dentro del rango de la especie estudiada. Cabe mencionar también que estas dos especies, para su estudio fueron colectadas a estados fisiológicos casi similares, en cambio los reportes de Flores (1980) y Ramírez et al (2000) no mencionan en que estado de madurez se encontraban la planta y el fruto en el estudio.

Con respecto a la variable extracto libre de nitrógeno, se encontraron rangos similares con los que han obtenido Flores, (1980); Gómez et al. (1970); y Ramírez et al. (2000), esto quiere decir que no siempre existen

diferencias en todas las variables comparadas, además de un rango muy amplio entre las especies.

Para la variable cenizas en la evaluación se encontraron resultados similares, a los que presentan Becker et al.(1984); Del Valle et al.(1988); Marangoni y Alli, (1988), de la misma especie así como en la de otras.

## **VI.-CONCLUSIONES**

Acorde a los objetivos planteados en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

- ❖ La digestibilidad de la vaina de mezquite de cuatro comunidades mostró ciertas diferencias y se considera que dichas diferencias se deben a factores como: características físicas de cada región, la etapa fisiológica de las plantas; y en torno a la digestibilidad se incluyen todavía la especie animal, los métodos utilizados en la evaluación, entre otros de acuerdo con algunos autores; y se concluye también que la digestibilidad esta en función del tiempo de incubación.
  
- ❖ La vaina de mezquite se considera que posee una buena composición química, en particular en la proteína, ya que en comparación con algunos forrajes, el nivel proteico es superior sobre todo con relación a las gramíneas y a pesar de no ser muy comúnmente utilizada, se debe considerar para ser incluida en la dieta animal debido a la capacidad de tolerancia que presenta en las condiciones climáticas adversas.

## **LITERATURA CITADA**

Alanis, F. G. J, 2000. mezquite *Prosopis glandulosa* Torr. Arbol nativo de México, especie muy endémica para la arboricultura urbana en ciudades del desierto y semidesierto en México Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. A.P. 134-F Ciudad Universitaria 64610 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

<http://www.arbolesornamentales.com/mezquite.htm>.

**Ayala, E., 1976.** Como Mejorar la Alimentación Animal. Primera edición, ediciones Sertebi, Barcelona, España. pp. 10,17,18.

**Andrade, J.G.; Hunt, C. W.; Pritchard G. T. ; Kennington, L.R.; Harrison, J. H.; Kezar, W. and Mahanna, W. 2001.** Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn on intake and digestibility by beef cattle. J. Anim. Sci. 2001. 79:2268-2275.

**Akin, D.E.** Perspectives of cell wall biodegradation. In: H.G. Jung; D.R. Buxton ; R.D. Hatfield and J. Ralph (ed.) Forege cell wall Structure and digestibility. 1993.pp76. ASA-CSSASSSA, Madison, WI. Anal. Chem. 1988. 71:1017.

**A.O.A.C., 1980.** Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13 Th Washington, D.C., U.S.A.

**Baindridge, Ross A. y Wesley M. 1990.** NFT. Highlights Honey: Mezquite: A Multipurpose Tree for Arid Lands. A publication of the Forest, Farm, And Community Tree Network (FACT Net). Morrilton, Arkansas 72110-9370 USA.

[http://www.Winrock.org/forestry/factpub/FACTSH/P\\_glandulosa.html](http://www.Winrock.org/forestry/factpub/FACTSH/P_glandulosa.html)

**Baptista, R. And Launchbaugh, K.L. 2001.** Nutritive value and aversion of honey mezquite leaves to sheep. Journal of Range Management. 54:82-88.

<http://uvalde.Tamu.edu/jrm/jan01/baptistasp.htm>

**Becker R. R.N. Sayre and R.M. Saunders, 1984.** Semiariad legume crops as protein resources. J. A.O.S. 61:931-938.

**Bondi, A. A. 1989.** Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. p 546.

**Chesson, A. 1988.** Lignin-polysaccharide Complexes of the Plant Cell wall an their Effect on Microbial Degradation in the Rumen, Aram. Feed S.O. 3:143-146.

**Church, D. C. y W. G. Pond. 1994.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. p 438.

**Church, D. C, Pond, W . G., Pond, K . R. 2002.** Fundamentos de Nutrición Animal y Alimentación de Animales. Segunda edición; editorial Limusa, S. A de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp. 54;63; 67,69.

**Crampton, E.W y Harris, L. E. 1974.** Nutrición Animal Aplicada. Segunda Edición, Editorial Acribia Zaragoza, España. Pp. 40,41.

**Fernandes, L.P.C. y Arno, R. S. 1998.** Comportamiento Silvicultural de especies de algarrobo en Petrolina Pernambuco, Región Semiárida de Brasil.

[http://www.gis.umn.edu/iufro/iufronet/d6/wu60304/ponencias/tema4/limap.g  
tml](http://www.gis.umn.edu/iufro/iufronet/d6/wu60304/ponencias/tema4/limap.g<br/>tml)

- Fisher, C. E. 1977.** Mesquite and modern man in southwestern North America. In: Simpson, B. B., ed. Mesquite: Its biology in two desert ecosystems. US/IBP Synthesis Series 4. Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson & Ross, Inc: 177-188. [5196].
- Flores, J. A. M., 1989.** Manual de la Alimentación Animal. Primera Edición. Ediciones, Ciencia y Tecnología, S A. México, pp.46,48
- Flores, J. A. M. 1980.** Bromatología Animal. Segunda Edición; Editorial Limusa, México. pp.3, 22-23,484-485.
- Frías, H. J. T., 2000.** El Mezquite, Árbol de Usos Múltiples. Estado Actual del conocimiento en México, comité Editorial; Frías, H.J.T; Olalde, V. P.; Vernon, J. C. Universidad Autónoma de Guanajuato. México. p.1
- Golubov, J., M. C., Mandujano y L. Eguiarte, 2001.** Mesquite: Invasive nightmare or biodiversity enhancers. Boletín de , la Sociedad Mexicana de Botánica, 69, 21- 28.
- Galindo, A. y García, M. 1989.** Algunos Estudios Sobre el Mezquite en San Luis Potosí y Sinaloa, Simposio Agroforestal en México, Tomo II, Linares N. L., p. 571.
- Gómez, L.F., Signoret, P. J. Abuin, M. Del C. M.; 1970.** Mezquites y Huisaches. Ediciones, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C., México. D.F. pp. 19-20, 112-113.

**Galyean, H. G. and M.S. Allen.** Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forage by ruminants. 1995. J. Anim. Sci. 73-2774.

**Himmelsbach, D. S.** Structure of forage cell walls. In: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield and J. Ralph (Ed.) Forage cell Wall Structure and digestibility. 1993. pp271-280. ASACSSASSSA, Madison, WI. (2<sup>nd</sup> Edition). Comstok, Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. 1994.

**Habit, M.A. and Saavedra, J.C. (Eds.), 1988.** The Current State of Knowledge on *Prosopis juliflora*. FAO, Plant Production and Protection Division, Rome.

<http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/refs/563.HTM>

**James A. D. 1983.** Handbook of Energy Crops. unpublished.

[http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Prosopis\\_juliflora.html](http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Prosopis_juliflora.html)

**Kay, Margarita Artschwager.** Healing with Plants in the American and Mexican West. Tuscon: The University of Arizona Press, 1996. 221-224 Pp.

**Lezama, O. H. 1996.** Efecto de Diferentes Sustratos Sobre la Energía y Peso fresco de Plántulas de Mezquite (*Prosopis glandulosa*) y Huisache (*Acacia farneciana*). Tesis profesional UAAAN. Buenaviesta, Saltillo, Coahuila, México. P. 34.

**Maldonado, A. L., J. E. y F. E. De la Garza P., 2000.** El Mezquite en México: Rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo. En: Frías Hernández J. T., V. Olalde, P. Y E. J. Vernon-Carter (Eds.). El Mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual

del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México.p39.

**Maynard, L.A, 1975.** Nutricion Animal. Sexta Edicion, editorial U.T.H.E.A Hispano-Americana. Pp.362, 373.

**Mendoza, H.J.M, 1983.** Boletín Metereologico informativo para la zona de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México.pp. 616.

**McDonald, E. R. A., Greenhalgh, J.F.D. Morgan, C.A. 1999.** Nutrición Animal. Quinta Edición, Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. Pp. 4,5;211;215-218.

**McDonald, P., Edwards, R. A., Grenhalgh, J. F. D., 1975.** Nutrición Animal. Segunda Edición, Editorial Acribia, Zaragoza España. Pp189-192.

**Martin, y Clark. 1986.** Values and uses for mesquite. In: Patton, David R.; Gonzales V., Carlos E.; Medina, Alvin L; technical coordinator. Management and utilization of arid land plants; 1985 February 18-22; Saltillo, Mexico. Gen. Tech. Rep. RM-135. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 113. [10121].

**Meyer, R. E., Morton, H. L. Hass, R. H. 1971.** Morphology and anatomy of honey mesquite. Tech. Bull. No. 1423. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 186 p. In cooperation with: Texas Agricultural Experiment Station. [10177].

**Mooney, H. A. Simpson, B. B. and Solbrig, O. T. 1977.** Phenology, morphology, physiology. In: Simpson, B.B., ed. Mesquite: Its biology in two desert ecosystems. US/IBP Synthesis Series 4. Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson & Ross, Inc: 26-43. [5189].

**Morton, H. L. Hull, and Herbert M. 1975.** Morphology and phenology of desert shrubs. In: Hyder, D. N., ed. Arid shrublands--proceedings of the 3rd workshop of the United States/Australia rangelands panel; 1973 March 26-April 5; Tucson, Arizona. Denver, CO: Society for Range Management: 39-46. [1699].

**Nieblas, O., Maria M., Burgeño R., Moreno V., Ramírez O., Refugio. (S/F).** Estudios de las semillas de palo de fiero (*Olneyda tesota*) y Mezquite (*Prosopis juliflora*) leguminosas del desierto de Sonora.  
<http://www.socbot.org.mx/disco/resume/re1006.htm>

**Nocek, J.E and Grant A.L. 1987.** Characterization of in situ Nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. J. Anim. Sci. 96:691.

**Orskov, E. R. 1980.** Debhoveil FD, Mould F. the use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuff trop. Anim prod 1980; 5:195.

**Olivares, S. E. 1994.** Paquete de Diseños Experimentales FAUANL Versión 2.5 Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L. F:UANL.

**Ramírez, F.S., Frías Hernández J.T., Gonzalez, J.C., y Olalde, P.V., 2000.**

Caracterización Proteica de la Vaína de Mezquite. En: Frías-Hernández J.T., V. Olalde-Portugal y E .J. Verno-Carter (Eds.). El mezquite árbol de usos múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato. México. pp.156-157.

**Rzedowski, J. 1988.** Análisis de la distribución geográfica del complejo

Prosopis (Leguminoe, Mimosoideae) en Norteamérica. Acta Botánica Mexicana 3:7-19.

**Rojas, M. J .I, Hernández, R .M. E, y Hernández, U. M. I. 1999.**

Modificaciones Químicas y Digestibilidad en mezclas elaboradas a base de cereal (Zea mays, Sorghum halepense, Triticum durum), leguminosa (Prosopis spp.) Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. Col. Prados de la capilla, Queretaro, México.

[http://www.unal.mx/publicaciones7respyn/especiales/ammfen/trabajos\\_orales.html](http://www.unal.mx/publicaciones7respyn/especiales/ammfen/trabajos_orales.html)

**Riveros, F. (S/F).** The genus *prosopis* and its potential to improve livestock production in Arid and semi-arid regions.

(<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0632E/T0632E/T0632E18.htm>)

**Scifres, C. J., Brock, J. H., and Hahn, R. R. 1971.** Influence of secondary succession on honey mesquite invasion in north Texas. Journal of Range Management. 24: 206-210. [10560].

- Tejada, I. H. 1992.** Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales. Publicada por Sistemas de Educación Continua en Producción Animal, A.C. México. P 15, 17.
- Tull, D.** Edible and Useful Plants of Texas and the Southwest. Austin: First University of Texas Press, 1999. 89, 91-96, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. Fire Effects Information.
- Vargas, L.J.M. 2002.** Historia, Importancia y Usos de Mezquite. Revista Horizontes, de la Universidad de Sonora.  
<http://www.iesa.gob.mx/revista/11mezquite.htm>.
- Velázquez, J.C. 1997.** Importancia y Valor Nutricional de las Especies Forrajeras, En Sonora, México.
- Villaca, M., and Bertocco, E.J.M. (S/F).** Uso da Vagem Seca de Algarobeira (*Prosopis juliflora*) como Aditivo de Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*) Var.Napier.  
[http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nut\\_rumi/Sbz246.pdf](http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nut_rumi/Sbz246.pdf)
- Vines, R. A. 1960.** Trees, shrubs, and woody vines of the Southwest. Austin, TX: University of Texas Press. 1104 p. [7707].
- Zetina, C.P.,1995.** Digestibilidad in Vitro de la Materia Seca y Materia Orgánica de 22 Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) ensilados. Tesis profesional, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. p.2

## APENDICE

### ANÁLISIS DE VARIANZA (DMS)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	3	902.062500	300.687500	64.7557	0.000
Factor B	6	14702.875000	2450.479248	527.7321	0.000
Interacción	18	1455.062500	80.836807	17.4089	0.000
Error	56	260.031250	4.643415		
Total	83	17320.031250			

C.V. = 3.70 %

### ANÁLISIS DE VARIANZA (Proteína)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	5.687134	1.895711	74.4828	0.002
Error	4	0.101807	0.025452		
Total	7	5.788940			

C.V. = 1.18%

### ANÁLISIS DE VARIANZA (Fibra)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	15.872070	5.290690	11.6181	0.021
Error	4	1.821533	0.455383		
Total	7	17.693604			

C.V. = 3.34%

### ANÁLISIS DE VERIANZA (Grasa)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	1.427719	0.475906	0.2152	0.881
Error	4	8.845688	2.211422		
Total	7	10.273407			

C.V. = 33.42%

---

ANALIS DE VARIANZA (E.L.N.)

	FV	SC	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3		16.648438	5.549479	1.3715	0.372
Error	4		16.185547	4.04687		
Total	7		32.833984			

C.V. = 4.32%